



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA**

BRENNO FELIPE DOS SANTOS SANTIAGO

**ENTRE O RÓTULO E A REALIDADE: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA
MINERAL COMERCIALIZADA EM AREIA-PB**

AREIA

2025

BRENNO FELIPE DOS SANTOS SANTIAGO

**ENTRE O RÓTULO E A REALIDADE: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA
MINERAL COMERCIALIZADA EM AREIA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos.

AREIA

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S235e Santiago, Brenno Felipe dos Santos.

Entre o rótulo e a realidade: análise da qualidade da água mineral comercializada em Areia-PB / Brenno Felipe dos Santos Santiago. - Areia:UFPB/CCA, 2025.
60 f. : il.

Orientação: Maria Betania Hermenegildo dos Santos.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Química. 2. Água envasada. 3. Potabilidade. 4. Análise físico-química. 5. Parâmetros microbiológicos. 6. Legislação sanitária. I. Santos, Maria Betania Hermenegildo dos. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 54(02)

BRENNO FELIPE DOS SANTOS SANTIAGO

ENTRE O RÓTULO E A REALIDADE: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA
MINERAL COMERCIALIZADA EM AREIA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Química da Universidade Federal da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Química.

Aprovado em: 08/05/2025

BANCA EXAMINADORA

Maria Betania Hermenegildo dos Santos

Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos (Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Luzia Maria Castro Honório

Profa. Dra. Luzia Maria Castro Honório
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Fábio Pedrosa Lins Silva

Prof. Dr. Fábio Pedrosa Lins Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e à minha irmã, pelo
companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Paulo Felipe; à minha irmã, Lavinia Mirelly; e às minhas avós, Lourdes Santiago e Noêmia Madalena, pela compreensão diante da minha ausência nas reuniões familiares.

À minha mãe, Naedja Madalena, embora fisicamente ausente, senti sua presença ao meu lado, dando-me força.

À professora Maria Betania Hermenegildo dos Santos, pelas leituras sugeridas ao longo desta orientação e pela dedicação.

À Jose Luiz Rufino, coordenador do curso, pelo seu empenho.

Aos professores do curso de Bacharelado em Química do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em especial às professoras Edilene Dantas e Lucina Rocha e ao professor Sidney Ramos, pela valiosa contribuição ao longo dos semestres, tanto por meio das disciplinas ministradas quanto pelos ensinamentos compartilhados durante a graduação.

Aos funcionários da UFPB, em especial Assis, pela presteza e atenção sempre que necessário.

A todos os colegas de classe, especialmente Joabson Alves, Ronaldo e Sandro Roberto, pelos momentos de amizade e apoio.

A gestão sustentável da água começa pela consciência sobre sua qualidade e uso responsável (Bittencourt, 2015).

RESUMO

A crescente preocupação com a qualidade da água disponível para consumo humano, agravada por fatores como as mudanças climáticas e a poluição dos mananciais, tem levado a população a buscar alternativas mais seguras, como a água mineral natural envasada. Considerando a importância desse produto para a saúde pública, torna-se fundamental garantir que os padrões de potabilidade estabelecidos por órgãos reguladores estejam sendo atendidos. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água mineral comercializada no município de Areia-PB, por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, a fim de verificar sua conformidade com a legislação vigente. As amostras foram adquiridas junto a um distribuidor local e entregues ao Laboratório de Química Analítica do CCA/UFPB em quatro dias diferentes, entre os meses de fevereiro e abril. Durante as análises físico-químicas e microbiológicas, foram contemplados parâmetros como pH, turbidez, condutividade elétrica, dióxido de carbono livre, alcalinidade, dureza total, cálcio, cloreto, fósforo total, nitrato, sulfato, salinidade, magnésio, oxigênio dissolvido, sódio e potássio, além da verificação da presença de bactérias patogênicas. Os resultados foram comparados com as informações declaradas nos rótulos das embalagens e com os limites estabelecidos pela legislação vigente. As análises físico-químicas apresentaram pequenas variações em relação aos valores informados nos rótulos, mas permaneceram dentro dos padrões permitidos. Quanto aos parâmetros microbiológicos, observou-se a ausência de coliformes em todas as amostras, indicando segurança sanitária. A pesquisa reforça a importância da verificação da qualidade da água mineral comercializada, bem como da correta rotulagem dos produtos, como forma de garantir a proteção da saúde dos consumidores.

Palavras-Chave: água envasada; potabilidade; análise físico-química; parâmetros microbiológicos; legislação sanitária.

ABSTRACT

The growing concern over the water quality available for human consumption, intensified by climate change and the pollution of water sources, has led the population to seek safer alternatives of consumption, such as bottled natural mineral water. Considering the importance of this product for public health, the compliance with the potability standards established by regulatory agencies is of great importance. This study aimed to evaluate the quality of mineral water sold in the municipality of Areia, Paraíba, Brazil through physicochemical and microbiological parameters to verify its compliance with current regulations. The samples were obtained from a local distributor and delivered to the Analytical Chemistry Laboratory of CCA/UFPB on four different days between February and April. The physicochemical and microbiological analyses included pH, turbidity, electrical conductivity, free carbon dioxide, alkalinity, total hardness, calcium, chloride, total phosphorus, nitrate, sulfate, salinity, magnesium, dissolved oxygen, sodium, and potassium, and detection of pathogenic bacteria. The results were compared with the information declared on the product labels and the limits set by current legislation. The physicochemical analyses revealed minor variations compared to the values printed on the bottle labels and were within permitted standards. Regarding microbiological parameters, no coliforms were detected in any of the samples, indicating sanitary safety. This study reinforces the importance of monitoring the quality of commercial mineral water, as well as the accurate product labeling to safeguard consumer health.

Keywords: bottled water; potability; physicochemical analysis; microbiological parameters; sanitary legislation.

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Métodos e procedimentos de análises físico-químicas. | 28 |
| Quadro 2 - Instrumentos utilizados para análises..... | 28 |
| Quadro 3 - Resultado das análises bacteriológicas..... | 53 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Valores do pH da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 30 |
| Gráfico 2 - Valores do sódio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 32 |
| Gráfico 3 - Valores do potássio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 34 |
| Gráfico 4 - Valores do magnésio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 35 |
| Gráfico 5 - Valores do cálcio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 37 |
| Gráfico 6 - Valores da alcalinidade da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 38 |
| Gráfico 7 - Valores da condutividade elétrica da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 39 |
| Gráfico 8 - Valores da turbidez da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 40 |
| Gráfico 9 - Valores do oxigênio dissolvido da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 42 |
| Gráfico 10 - Valores do dióxido de carbono da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 43 |
| Gráfico 11 - Valores da dureza total da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 45 |
| Gráfico 12 - Valores do cloreto da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 46 |
| Gráfico 13 - Valores do fósforo da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 47 |
| Gráfico 14 - Valores da amônia da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 48 |
| Gráfico 15 - Valores do nitrato da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 16 - Valores do sulfato da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 51 |
| Gráfico 17 - Valores da salinidade da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado. | 52 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ANA | Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| APHA | American Public Health Association |
| CCA | Centro de Ciências Agrárias |
| GM/MS | Gabinete do Ministro de Estado da Saúde |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia |
| NMP | Número Mais Provável |
| NTU | Unidades Nefelométricas de Turbidez |
| PET | Polietileno Tereftalato |
| pH | Potencial Hidrogeniônico |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| PB | Paraíba |
| RDC | Resolução de Diretoria Colegiada |
| UFPB | Universidade Federal da Paraíba |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 OBJETIVOS | 16 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 16 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 3.1 ÁGUA MINERAL | 17 |
| 3.1.1 Importância da água mineral e sua origem | 17 |
| 3.1.2 Indústrias de águas minerais | 17 |
| 3.1.3 Processo Produtivo da água mineral | 19 |
| 3.2 REQUISITOS LEGAIS E REGULAMENTAÇÕES RELACIONADAS À MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL..... | 21 |
| 3.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL..... | 22 |
| 3.3.1 Temperatura, Oxigênio Dissolvido e Gás Carbônico Livre | 23 |
| 3.3.2 Turbidez e amônia total | 23 |
| 3.3.3 Condutividade Elétrica, Salinidade e Cloreto | 24 |
| 3.3.4 pH, Alcalinidade e Dureza | 24 |
| 3.3.5 Cálcio, Sódio, Potássio | 25 |
| 3.3.6 Fósforo Total | 25 |
| 3.4 PARÂMETROS PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MINERAL..... | 25 |
| 3.4.1 Coliformes Totais | 26 |
| 3.4.2 Coliformes Termotolerantes e Escherichia coli | 26 |
| 4 METODOLOGIA | 27 |
| 4.1 LOCAL DE ESTUDO E COLETA DA AMOSTRA | 27 |
| 4.2 ANÁLISE DE VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS..... | 27 |
| 4.3 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MINERAL | 29 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 30 |
| 5.1 pH..... | 30 |
| 5.2 SÓDIO..... | 31 |
| 5.3 POTÁSSIO | 33 |
| 5.4 MAGNÉSIO | 35 |
| 5.5 CÁLCIO | 36 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 5.6 ALCALINIDADE | 38 |
| 5.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA | 39 |
| 5.8 TURBIDEZ | 40 |
| 5.9 OXIGÊNIO DISSOLVIDO | 41 |
| 5.10 DIÓXIDO DE CARBONO | 43 |
| 5.11 DUREZA TOTAL | 44 |
| 5.12 CLORETOS..... | 46 |
| 5.13 FÓSFORO TOTAL | 47 |
| 5.14 AMÔNIA | 48 |
| 5.15 NITRATO..... | 49 |
| 5.16 SULFATO..... | 50 |
| 5.17 SALINIDADE | 52 |
| 5.18 ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS..... | 53 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 55 |
| REFERÊNCIAS..... | 56 |

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável indispensável ao desenvolvimento da vida humana e à preservação da biodiversidade. No entanto, a água doce, mais facilmente utilizada para o consumo humano, representa uma pequena fração do total existente no planeta. De acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 97,5% da água existente no planeta é salgada, enquanto apenas 2,5% é doce. No entanto, destes 2,5%, grande parte, 69%, estão inacessíveis, pois se encontra nas geleiras e 30% estão armazenadas em aquíferos, enquanto apenas 1% está disponível nos rios (Brasil, [s.d.]).

Baseado nesse cenário de escassez e crescente degradação ambiental, a qualidade da água disponível tem se tornado uma preocupação constante. O aumento da poluição e da contaminação dos mananciais compromete a segurança da água fornecida pelos sistemas públicos de abastecimento, fazendo com que parte da população opte por consumir água proveniente de fontes naturais. Entre essas opções, a água mineral natural envasada se destaca como uma alternativa segura, acessível e, muitas vezes, tida como mais confiável (Santos, 2022).

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 717, de 15 de dezembro de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a água mineral é originada diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, sendo caracterizada por um conteúdo constante e específico de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, levando em consideração as flutuações naturais. A resolução estabelece ainda os padrões de identidade e qualidade para a água mineral natural, especificando que tanto a água mineral quanto a água natural têm como origem as águas subterrâneas (Brasil, 2022).

A contaminação da água mineral pode ocorrer em diferentes etapas como na fonte, no processo de envase, no transporte e no armazenamento, sendo responsabilidade da indústria garantir a qualidade do produto. A rotulagem é uma estratégia fundamental para informar o consumidor, pois expressa os parâmetros e características físico-químicas do produto (Alencar *et al.*, 2020).

A confiabilidade das informações presentes nos rótulos de água mineral engarrafada tornou-se uma questão cada vez mais relevante, considerando a preocupação crescente com a qualidade e segurança da água consumida. Com o

aumento da procura por esses produtos, algumas empresas podem enfatizar características que nem sempre correspondem com precisão aos resultados laboratoriais, o que levanta dúvidas sobre a veracidade dos dados fornecidos ao consumidor (Barbosa *et al.*, 2024).

Dessa forma, o problema central desta pesquisa consiste em verificar se a água mineral comercializada no município de Areia (PB) está em conformidade com as informações declaradas nos rótulos e com os parâmetros de qualidade físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente.

Para responder a essa questão, pretende-se analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos dessa água mineral e contribuir com a fiscalização da rotulagem, com o controle de qualidade e com a conscientização da população acerca da importância de consumir água segura e devidamente regulamentada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água mineral comercializada no município de Areia (PB), por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, a fim de verificar sua conformidade com as informações contidas em seus rótulos e com a legislação vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os parâmetros físico-químicos da água mineral disponível no comércio local.
- Realizar a análise microbiológica das amostras, verificando a presença ou ausência de coliformes e outras bactérias patogênicas.
- Comparar os resultados obtidos em laboratório com as informações presentes nos rótulos das embalagens.
- Verificar a conformidade dos produtos com os padrões estabelecidos pela RDC nº 717/2022 da ANVISA e pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ÁGUA MINERAL

3.1.1 Importância da água mineral e sua origem

A água é fundamental para a preservação da saúde humana, conforme estabelece a Declaração Universal dos Direitos da Água (1992). Por isso, é essencial que, ao ser consumida ou utilizada para fins alimentares, esteja livre de micro-organismos e substâncias que possam representar riscos à saúde.

A origem das águas minerais é explicada por duas principais teorias: a teoria da origem meteórica e a teoria da origem magmática. A primeira considera a água mineral como uma forma de água subterrânea, proveniente da infiltração da água das chuvas em grandes profundidades. Já a teoria magmática sugere que essas águas se formaram a partir de processos relacionados ao magmatismo, como o vulcanismo. Atualmente, a teoria meteórica é a mais amplamente aceita (Santos, 2022).

O uso de águas minerais teve início com finalidades medicinais, o que impulsionou o surgimento da indústria de engarrafamento e comercialização dessas águas. Com o avanço tecnológico e a expansão do comércio, grandes marcas passaram a atuar nesse setor (Santos, 2022).

3.1.2 Indústrias de águas minerais

Nos últimos anos, o setor de água mineral no Brasil tem passado por transformações marcantes, com destaque para o aumento da concentração de mercado e a crescente participação de grandes corporações, tanto nacionais quanto internacionais (Ripardo, 2022).

Em 2018, a Nestlé vendeu sua operação de águas no Brasil para o Grupo Edson Queiroz, proprietário das marcas Indaiá e Minalba. A transação incluiu as marcas São Lourenço e Petrópolis, além de fábricas em São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Por meio de um acordo de licenciamento, a marca Pureza Vital permaneceu vinculada à Nestlé, mas passou a ser produzida e distribuída pelo Grupo Edson Queiroz, novo proprietário da operação de águas no Brasil (Corrêa, 2018). Em

setembro de 2022, a Danone anunciou a descontinuação da marca Bonafont no Brasil, com a justificativa de focar em segmentos mais rentáveis e com maior potencial de crescimento. Como resultado, a participação da Danone no mercado brasileiro de água mineral caiu para 4,1% (Ripardo, 2022).

Atualmente, o Grupo Edson Queiroz lidera o mercado nacional de água mineral, com cerca de 27,7% de participação, seguido pela Coca-Cola com 17,9%. Outras empresas, como Pepsico e Danone, possuem participações menores, refletindo a concentração crescente do setor (Data Mercantil, 2023).

Esse cenário de reconfiguração do mercado é corroborado pelo Sumário Mineral Brasileiro 2023, publicado pela Agência Nacional de Mineração (ANM), que destaca o crescimento da produção de água mineral no Brasil. O estado do Paraná se destacou, em 2023, com a comercialização de 377,36 milhões de litros, representando um aumento de 8,8% em relação ao ano anterior. Embora haja presença significativa de empresas locais, observa-se um movimento de concentração do mercado, impulsionado pelas grandes corporações, o que tem impactado a dinâmica de produção e distribuição da água mineral no país (Brasil, 2023; Paraná, 2024).

Essas mudanças indicam que, enquanto empresas regionais enfrentam desafios para manter sua competitividade, as grandes corporações continuam a consolidar sua presença no mercado de água mineral no Brasil.

No município de Areia, no estado da Paraíba, a indústria de água mineral é impulsionada pelo aproveitamento de fontes naturais locais, conhecidas pela qualidade de suas reservas hídricas. A cidade está situada na Serra da Borborema, uma região montanhosa que favorece a formação de aquíferos naturais. Algumas empresas da região se dedicam à exploração dessas fontes, concentrando-se na produção de água mineral para abastecimento do mercado regional, em resposta ao crescimento da demanda por água engarrafada (Miranda *et al.*, 2019).

Essas empresas, geralmente de menor porte em comparação às grandes marcas nacionais, destacam-se pela pureza e qualidade do produto, sendo bem reconhecidas no mercado local. Além disso, contribuem para a economia da cidade, gerando empregos e fortalecendo o setor de águas minerais da Paraíba.

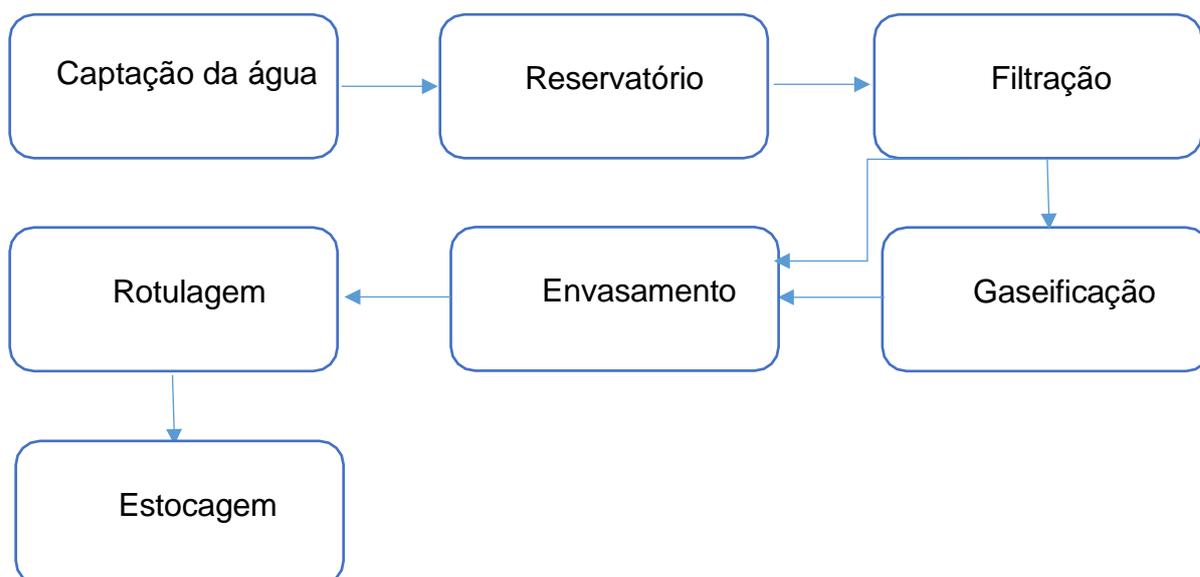
Dessa forma, o setor de água mineral continua em expansão, tanto no cenário global quanto no nacional e estadual, com perspectivas positivas de crescimento contínuo (Miranda *et al.*, 2019).

3.1.3 Processo Produtivo da água mineral

As águas subterrâneas figuram entre as principais origens utilizadas para o fornecimento de água potável à população, destacando-se por suas vantagens em comparação com as águas superficiais. Isso se deve ao fato de que, ao infiltrarem-se no solo, essas águas passam por um processo natural de purificação, que frequentemente reduz a necessidade de tratamentos adicionais. Por essa razão, especialmente quando se trata das águas minerais, são consideradas uma opção confiável e eficaz para o consumo humano direto (Costa, 2025; Metcalf; Eddy, 2015).

Nesse contexto, o processo produtivo da água mineral desempenha um papel essencial para garantir que a qualidade natural da água seja preservada até o momento do consumo. Desde a captação na fonte até a sua chegada ao consumidor final, diversas etapas são cuidadosamente controladas para assegurar que o produto atenda aos padrões sanitários e às exigências dos órgãos reguladores. No Esquema 1 são apresentadas as etapas envolvidas na produção da água mineral, evidenciando o cuidado necessário para manter sua pureza e potabilidade (Miranda *et al.*, 2019).

Esquema 1 - Processo produtivo da água mineral.



Fonte: elaboração própria, 2025.

A primeira etapa do processo produtivo é a captação da água. A água mineral é extraída de fontes naturais ou poços artesianos, geralmente localizados em áreas protegidas, a fim de evitar contaminações. A captação é realizada com o uso de materiais que não alteram as propriedades naturais da água, como tubulações de aço inoxidável ou PVC. Esse cuidado é essencial para manter a pureza e a integridade da água desde sua origem. Após a captação, a água é transportada para reservatórios de armazenamento. Esses reservatórios devem ser regularmente higienizados e desinfetados para prevenir contaminações. O transporte e o armazenamento adequados são fundamentais para garantir que a água não sofra alterações em suas características físico-químicas e microbiológicas (Metcalf; Eddy, 2015).

A filtração é uma etapa fundamental no processo produtivo da água mineral. Nessa fase, a água passa por filtros que removem partículas sólidas e impurezas, sem comprometer suas propriedades naturais. A filtração é essencial para assegurar que a água esteja livre de contaminantes indesejados, garantindo sua potabilidade. Técnicas avançadas, como a microfiltração e a ultrafiltração, são frequentemente utilizadas para maximizar a pureza da água (Metcalf; Eddy, 2015).

Antes de ser envasada, a água mineral passa por rigorosos testes de qualidade. Esses testes incluem a análise de parâmetros físico-químicos, como pH, concentração de minerais e presença de metais pesados, bem como análises microbiológicas para detectar eventuais contaminações por bactérias, vírus e outros micro-organismos. Os resultados dessas análises são comparados com os padrões estabelecidos por órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a fim de garantir que a água esteja dentro das normas de segurança e qualidade (Grumicker *et al.*, 2018).

Em algumas marcas de água mineral, a fase de gaseificação é realizada durante o processo de envasamento. Nesse procedimento, adiciona-se dióxido de carbono à água, de forma controlada, para produzir água mineral gaseificada. Essa etapa não apenas oferece uma opção diferenciada aos consumidores, mas também contribui para a estabilidade microbiológica da água, prevenindo o crescimento de micro-organismos (Grumicker *et al.*, 2018).

A etapa de envasamento é essencial para preservar a qualidade da água até que ela chegue ao consumidor final. A água mineral é acondicionada em garrafas ou

outros recipientes, cuidadosamente selecionados para não interferirem em suas propriedades. As embalagens mais utilizadas no mercado são as de PET e vidro. Durante o envasamento, são adotadas medidas rigorosas de higiene e controle, com o objetivo de evitar qualquer tipo de contaminação. Após o envasamento, a água mineral passa por uma última fase de controle de qualidade. Nessa etapa, amostras do produto são novamente analisadas para assegurar que continuam em conformidade com os padrões exigidos. Além disso, as condições de armazenamento e transporte até o ponto de venda são monitoradas, garantindo que a água mantenha suas características até o momento do consumo (Amorim *et al.*, 2023).

Finalmente, a água mineral é distribuída para pontos de venda, como supermercados, lojas de conveniência e outros estabelecimentos comerciais. Durante a distribuição, é essencial que a água seja armazenada em condições adequadas, protegida da luz solar direta e de fontes de calor, a fim de preservar sua qualidade.

O processo produtivo da água mineral é um exemplo claro de como a combinação entre tecnologia avançada e práticas rigorosas de controle de qualidade pode garantir a segurança e a pureza do produto disponível no mercado. Cada etapa, desde a captação até a distribuição, é fundamental para garantir que o consumidor receba uma água de alta qualidade, em conformidade com todos os padrões de segurança e potabilidade estabelecidos (Ribeiro *et al.*, 2021).

3.2 REQUISITOS LEGAIS E REGULAMENTAÇÕES RELACIONADAS À MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL.

Para que a água mineral natural possa ser comercializada, é necessário que atenda aos limites estabelecidos pelas normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que objetivam garantir a qualidade da água em todo o território nacional. As principais normas relacionadas incluem a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece os procedimentos para o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e define os padrões de potabilidade, e a Resolução RDC nº 54, de 15 de junho de 2000, que define os parâmetros técnicos para a identidade e qualidade da água mineral natural e da água natural.

As diretrizes específicas para a industrialização, o transporte, o armazenamento e a comercialização da água mineral natural e da água natural estão

previstos na Resolução RDC nº 173, de 13 de setembro de 2006, que trata do Regulamento Técnico de Boas Práticas. Essa norma também exige que os funcionários das empresas do setor participem de treinamentos e cursos específicos sobre produção, manipulação e higiene pessoal, como parte das medidas de controle sanitário.

No que diz respeito às características microbiológicas e à composição química da água, as concentrações de substâncias presentes não devem exceder os limites estabelecidos pela Resolução RDC nº 717, de 1º de setembro de 2022, que aprova os regulamentos técnicos para águas envasadas e gelo destinados ao consumo humano, substituindo a antiga RDC nº 274/2005.

A avaliação da conformidade da água mineral engarrafada é realizada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro (Brasil, 2024), com base na Resolução Inmetro nº 193, de 27 de dezembro de 2024. Essa norma estabelece os requisitos aplicáveis à água mineral natural e à água natural envasadas em embalagens descartáveis ou em garrafas de vidro retornáveis, não se aplicando a garrafas retornáveis nem às águas com adição de sais.

Para receber o Selo de Identificação da Conformidade, as águas minerais e a água potável de mesa envasadas devem ser aprovadas em diversas etapas de testes realizados por organismos certificadores autorizados pelo Inmetro. Esses testes abrangem a inspeção do rótulo e da tampa da embalagem, com o objetivo de verificar possíveis riscos de adulteração, além de análises físico-químicas e microbiológicas da água. A certificação segue os padrões estabelecidos pela Anvisa e pela Agência Nacional de Mineração (ANM), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, 2023 (Barbosa *et al.*, 2024).

3.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL

A avaliação dos parâmetros físico-químicos da qualidade da água mineral é essencial para garantir que a água consumida pelos seres humanos seja segura, pura e saudável. Para isso, o monitoramento contínuo desses parâmetros torna-se indispensável, pois assegura o cumprimento dos padrões estabelecidos por autoridades sanitárias e ambientais. Entre os principais parâmetros analisados,

destacam-se: temperatura, turbidez, condutividade elétrica, pH, dureza, alcalinidade, gás carbônico livre, cloreto, oxigênio dissolvido, cálcio, sódio, potássio, amônia total, fósforo total e salinidade (Alencar *et al.*, 2020). A seguir, esses parâmetros serão apresentados e discutidos em detalhe.

3.3.1 Temperatura, Oxigênio Dissolvido e Gás Carbônico Livre

A temperatura da água mineral é um parâmetro físico que pode influenciar várias propriedades da água, incluindo a solubilidade dos gases, como oxigênio dissolvido, gás carbônico e a taxa de reações químicas. A temperatura deve ser mantida controlada desde a fonte até o envasamento para preservar as propriedades naturais da água. Temperaturas elevadas podem aumentar a atividade biológica, levando à proliferação de micro-organismos, enquanto temperaturas muito baixas podem afetar a solubilidade de certos minerais (Ribeiro *et al.*, 2021).

O oxigênio dissolvido é fundamental para a vida aquática e um indicador da qualidade da água. Baixos níveis de oxigênio dissolvido podem indicar poluição orgânica. Níveis adequados de oxigênio dissolvido são essenciais para manter a água saudável e equilibrada (Alencar *et al.*, 2020).

A presença de dióxido de carbono (CO₂) livre na água pode afetar seu sabor e a corrosividade. Níveis elevados de CO₂ são comuns em águas gaseificadas. A quantidade de gás carbônico livre deve ser controlada para evitar efeitos indesejáveis na qualidade da água. Os íons de cloreto podem influenciar o sabor da água e, em concentrações elevadas, podem indicar contaminação por fontes salinas ou esgotos. É importante monitorar os níveis de cloreto para garantir que a água mineral seja palatável e segura para consumo (Barbosa *et al.*, 2024).

3.3.2 Turbidez e amônia total

A turbidez da água refere-se à presença de partículas suspensas que causam opacidade. Altos níveis de turbidez podem indicar a presença de sedimentos, matéria orgânica ou micro-organismos. A turbidez é medida em unidades nefelométricas (NTU) e deve ser minimizada para garantir a clareza da água. A água mineral deve

ser cristalina, com turbidez mínima, para atender aos padrões de qualidade estabelecidos (Reis *et al.*, 2022).

A amônia total, por sua vez, também está associada à presença de matéria orgânica recente. Concentrações elevadas de amônia podem ser tóxicas, além de indicar possíveis fontes de poluição. Ambas as variáveis, portanto, refletem diretamente a pureza e a segurança da água para consumo (Freitas *et al.*, 2020).

3.3.3 Condutividade Elétrica, Salinidade e Cloreto

A condutividade elétrica da água é uma medida de sua capacidade de conduzir corrente elétrica, que está diretamente relacionada à concentração de íons dissolvidos. A condutividade elétrica é um parâmetro crítico para avaliar a mineralização da água. Valores elevados de condutividade indicam alta concentração de sais minerais, enquanto valores baixos sugerem baixa mineralização. A água mineral deve ter um nível de condutividade que reflita uma composição equilibrada de minerais (Cândido *et al.*, 2022).

De forma complementar, a salinidade refere-se à quantidade de sal dissolvido na água. Concentrações elevadas de salinidade podem tornar a água imprópria para consumo e prejudicial à saúde. Monitorar a salinidade é essencial para garantir que a água mineral seja segura e de alta qualidade (Freitas *et al.*, 2020).

3.3.4 pH, Alcalinidade e Dureza

O pH da água é um dos parâmetros químicos mais importantes e indica o grau de acidez ou alcalinidade da água. O pH pode influenciar a corrosividade da água e a solubilidade de metais pesados. Para águas minerais, o pH ideal geralmente varia entre 6,5 e 8,5. Valores fora desse intervalo podem afetar a estabilidade dos minerais presentes na água e sua aceitabilidade para consumo (Barbosa *et al.*, 2024).

A alcalinidade refere-se à capacidade da água de neutralizar ácidos, geralmente relacionada à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Esse parâmetro é importante para estabilizar o pH da água e proteger contra variações bruscas de acidez. A água mineral com uma alcalinidade equilibrada contribui para uma melhor qualidade e estabilidade (Alencar *et al.*, 2020).

A dureza da água é determinada pela concentração de íons de cálcio e magnésio. A água mineral naturalmente dura pode ser benéfica para a saúde, pois fornece minerais essenciais como cálcio e magnésio. No entanto, a dureza excessiva pode causar incrustações em equipamentos e tubulações. A dureza total é medida em miligramas de carbonato de cálcio por litro (mg/L) e deve ser mantida dentro de limites aceitáveis para garantir a qualidade da água (Cândido *et al.*, 2022).

3.3.5 Cálcio, Sódio, Potássio

Esses minerais são essenciais para a saúde humana. A presença equilibrada de cálcio, sódio e potássio contribui para o valor nutricional da água mineral. O cálcio é importante para os ossos e dentes, o sódio para o equilíbrio dos fluidos e o potássio para a função muscular e nervosa.

3.3.6 Fósforo Total

Altas concentrações de fósforo podem levar à eutrofização, promovendo o crescimento excessivo de algas. O fósforo total é um parâmetro importante para avaliar a qualidade da água e evitar problemas ambientais.

3.4 PARÂMETROS PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MINERAL

A análise bacteriológica da água é essencial para garantir sua potabilidade e segurança para o consumo humano. Essas análises envolvem a detecção e quantificação de micro-organismos patogênicos e indicadores de contaminação. Os métodos utilizados são padronizados e descritos em guias renomados, como *Microbiological Analysis of Drinking Water* da American Public Health Association (APHA) e *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Ribeiro *et al.*, 2021). Os principais parâmetros utilizados serão descritos a seguir.

3.4.1 Coliformes Totais

Os coliformes totais são um grupo de bactérias amplamente distribuídas no ambiente, incluindo no solo, vegetação e trato intestinal de animais de sangue quente. A presença desses organismos na água mineral serve como um indicador geral de qualidade sanitária e de condições inadequadas de tratamento e distribuição. Embora nem todos os coliformes sejam patogênicos, sua detecção sugere que outros micro-organismos patogênicos também possam estar presentes (Reis *et al.*, 2022).

3.4.2 Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*

A presença de coliformes termotolerantes na água, especialmente da bactéria *Escherichia coli*, é um forte indicativo de contaminação fecal recente e representa um risco significativo à saúde pública. Esses micro-organismos são amplamente utilizados como indicadores sanitários, pois sua detecção sinaliza a possível presença de patógenos de origem fecal que podem causar doenças de veiculação hídrica. Dessa forma, a análise de coliformes termotolerantes é essencial para garantir a potabilidade da água mineral comercializada e proteger a saúde do consumidor (Brasil, 2006).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE ESTUDO E COLETA DA AMOSTRA

As amostras analisadas foram entregues em garrafões de 20 litros por um funcionário de uma distribuidora de água mineral do município de Areia-PB, no Laboratório de Química vinculado ao Departamento de Química e Física do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). As entregas ocorreram às 7h30, horário de abertura da distribuidora, nos dias 27 de fevereiro, 13 de março, 27 de março e 10 de abril de 2025, momentos em que também foram realizadas as análises.

Inicialmente, verificou-se a integridade dos garrafões, assegurando que estivessem devidamente selados e isentos de danos. Em seguida, a água foi transferida para frascos de vidros estéreis de maneira ágil e com mínima exposição ao ambiente, a fim de prevenir qualquer contaminação. Cada frasco foi identificado com etiquetas contendo a data e o horário da coleta.

4.2 ANÁLISE DE VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

As análises foram realizadas com base nas metodologias estabelecidas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WEF, 2017) e abrangeram os seguintes parâmetros: pH, turbidez, cloreto, sulfato, alcalinidade, condutividade elétrica, salinidade, dióxido de carbono livre, magnésio, cálcio, dureza total, oxigênio dissolvido, amônia, fósforo total, nitrato, sódio e potássio. Todas as análises foram realizadas em triplicata para garantir a precisão e reprodutibilidade dos resultados. Os métodos de análise e os instrumentos utilizados estão descritos no Quadro 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 - Métodos e procedimentos de análises físico-químicas.

| Variáveis | Normas e procedimentos |
|--------------------------|---|
| pH | Método eletrométrico 4500-H ⁺ |
| Turbidez | Método nefelométrico 2130 B |
| Condutividade elétrica | Método Condutivimétrico 2510 B |
| Dióxido de carbono livre | Método titulométrico 4500-CO ₂ C |
| Alcalinidade | Método titulométrico 2320 B |
| Dureza total | Método titulométrico 2340 C (EDTA) |
| Cálcio | Método titulométrico 3500-Ca B (EDTA) |
| Cloreto | Método argentométrico 4500 Cl ⁻ |
| Fósforo total | Método Colorimétrico do Ácido 4500-P C |
| Nitrato | Método de triagem espectrofotométrica 4500-NO ₃ ⁻ B |
| Sulfato | Método turbidimétrico 4500-SO ₄ ²⁻ E |
| Salinidade | Método de Condutividade elétrica 2520 B |
| Magnésio | Método matemático 3500-Mg B |
| Oxigênio dissolvido | Método do eletrodo de membrana 4500-O B |
| Sódio e Potássio | Método espectrofotometria de Emissão de Chama 3111 B |

Fonte: adaptado de Neves, 2023.

Quadro 2 - Instrumentos utilizados para análises.

| Equipamentos | Modelos |
|---------------------|------------------------------|
| pHmetro | Ms TecnoPON, modelo luca-210 |
| Turbidímetro | Del Lab, modelo DLT WV |
| Condutivímetro | MS TecnoPON, modelo luca-150 |
| Oxímetro | LUTRON, modelo DO 5519 |

Fonte: elaboração própria, 2025.

A análise do parâmetro amônia foi conduzida conforme especificado no *Standard Test Methods for Ammonia Nitrogen in Water* (ASTM, 2008). O método baseia-se na determinação dos íons amônio presentes na amostra de água por meio de análise colorimétrica, utilizando o reagente de Nessler. Ele reage com os íons de amônia, formando um complexo de coloração amarela cuja intensidade é diretamente proporcional à concentração de amônia na amostra.

Para a realização da análise, uma quantidade específica da amostra de água foi misturada com o reagente de Nessler. A solução resultante foi transferida para uma cubeta e inserida em um espectrofotômetro, que mediu a absorvância da solução em um comprimento de onda previamente definido, geralmente entre 420 e 430 nm. O espectrofotômetro foi calibrado com padrões de concentração conhecida, a fim de garantir a precisão das medições.

4.3 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MINERAL

A detecção dos indicadores bacteriológicos foi realizada utilizando o método de substrato cromogênico-enzimático, amplamente empregado devido à sua precisão, rapidez e confiabilidade. As amostras foram acondicionadas em frascos estéreis imediatamente após a coleta, evitando qualquer possibilidade de contaminação.

No laboratório, cada amostra foi submetida a incubação a 35 °C por 24 horas, conforme especificado pelo método. Resultados positivos para coliformes totais foram identificados pela mudança de coloração do meio de cultura, enquanto a presença de *Escherichia coli* foi confirmada por fluorescência sob luz ultravioleta.

Todas as análises foram realizadas em triplicata, com o objetivo de assegurar a confiabilidade dos resultados. A interpretação dos dados foi realizada com base nos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que regulamenta os padrões microbiológicos para águas destinadas ao consumo humano.

Após as análises, os resultados obtidos foram comparados com as informações declaradas no rótulo do produto (Tabela 1) e com os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Tabela 1 – Parâmetros informados na rotulagem da água mineral.

| Parâmetros | Valores |
|-------------------|----------------|
| pH | 6,20 |
| Cálcio | 1,00 mg/L |
| Magnésio | 3,12 mg/L |
| Potássio | 0,78 mg/L |
| Sódio | 8,74 mg/L |

Fonte: elaboração própria, 2025.

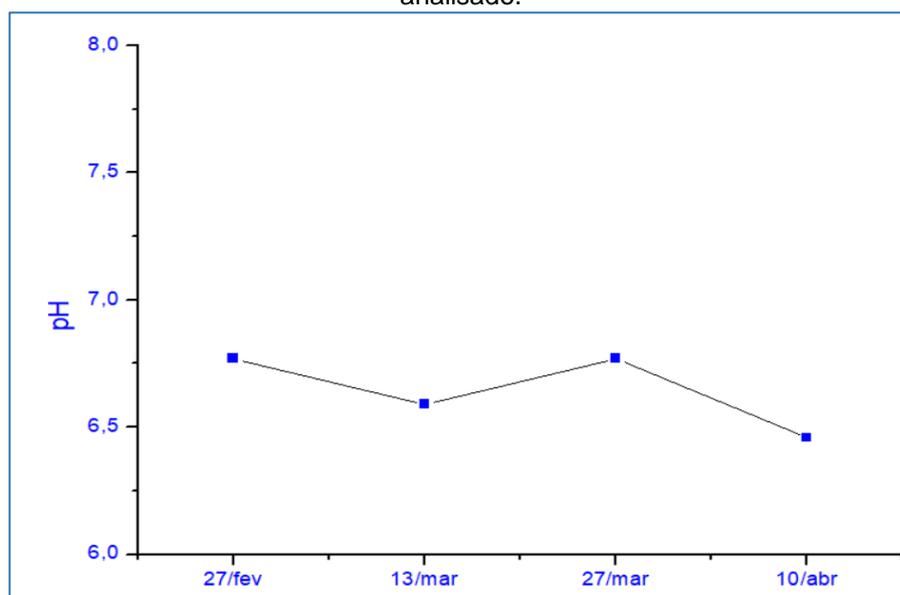
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises, foram avaliados os resultados obtidos a fim de verificar a conformidade dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água mineral comercializada no município de Areia-PB, em comparação com as informações declaradas no rótulo do produto e os limites máximos permitidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

5.1 pH

O Gráfico 1 mostra a variação do pH da água mineral coletada em quatro datas distintas: 27 de fevereiro, 13 de março, 27 de março e 10 de abril.

Gráfico 1 - Valores do pH da água mineral comercializada em AreiaPB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Ao analisar o Gráfico 1, observa-se que os resultados das análises do pH da água mineral comercializada no município de Areia-PB apresentaram pequenas variações ao longo dos quatro dias de coleta: em 27 de fevereiro, o pH foi 6,8; em 13 de março, caiu para 6,6; em 27 de março, retornou a 6,8; e, finalmente, em 10 de abril, atingiu o menor valor, 6,4. Apesar dessa leve tendência de queda, os valores

permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que determina a faixa permitida de pH entre 6,0 e 9,0 para água potável. Tais oscilações são esperadas em águas de origem natural e não indicam perda de qualidade. Além disso, esses resultados demonstraram boa concordância com o valor de pH declarado no rótulo da água (6,7).

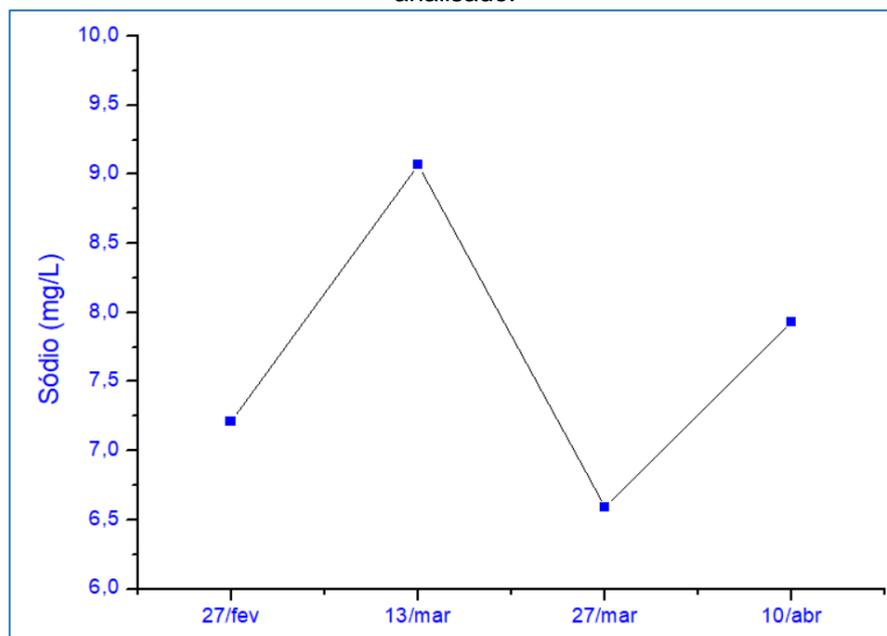
De acordo com Berenhauser (2024), o pH da água deve proporcionar um ambiente ligeiramente alcalino no organismo, contribuindo para a neutralização de radicais livres. Reginato *et al.* (2024) explicam que variações naturais no pH são comuns e, geralmente, resultam do percurso subterrâneo da água, que atravessa diferentes formações geológicas, especialmente aquelas ricas em cálcio, magnésio e bicarbonato. Essas variações são características naturais das fontes hídricas e não indicam, necessariamente, perda da qualidade da água.

Segundo Silva *et al.* (2023), embora as oscilações observadas no pH possam estar associadas a fatores como diferenças entre lotes de envasamento, variações naturais da fonte, condições de armazenamento ou interações com o material do garrafão, os valores permaneceram dentro dos limites estabelecidos pelas normas vigentes. A queda mais acentuada observada no mês de abril pode estar relacionada ao aumento da concentração de dióxido de carbono livre, o que pode contribuir para a acidificação da água e deve ser monitorado. Portanto, o acompanhamento contínuo do pH é essencial para garantir a estabilidade química da água mineral, assegurando sua qualidade sensorial e sanitária ao longo do tempo.

5.2 SÓDIO

O Gráfico 2 exibe a variação na concentração de sódio (em mg/L) na água mineral comercializada no município de Areia-PB, ao longo do período analisado.

Gráfico 2 - Valores do sódio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Observa-se no Gráfico 2 uma leve flutuação nos valores de sódio das amostras analisadas. No dia 27 de fevereiro, o teor de sódio foi de aproximadamente 7,3 mg/L; em 13 de março, houve um pico de 9,0 mg/L; no dia 27 de março, registrou-se o menor valor da série, com cerca de 6,6 mg/L; e, por fim, em 10 de abril, observou-se uma recuperação para 7,9 mg/L. Esses dados estão bastante próximos do valor declarado no rótulo da embalagem (7,8 mg/L), o que demonstra coerência entre as análises laboratoriais e as informações do fabricante, mesmo diante de pequenas variações sazonais no aquífero.

Segundo Gomes (2023), essas oscilações são consideradas naturais em águas minerais, cuja composição química pode variar em função de diversos fatores. Entre eles, destacam-se as variações na fonte de captação, influenciadas por condições como o volume de chuvas, o tipo de solo e a presença de minerais solúveis. A infiltração da água da chuva no solo pode dissolver minerais como a halita, aumentando a concentração de sódio nas águas subterrâneas (Santos; Mendonça; Silva, 2021). Além disso, diferenças entre os lotes de engarrafamento e possíveis interferências externas, como o tempo de armazenamento ou a exposição ao calor, também podem provocar essas variações.

O sódio é um eletrólito essencial ao organismo humano, participando da regulação do equilíbrio de líquidos, da transmissão de impulsos nervosos e da contração muscular. No entanto, quando presente em excesso, pode estar relacionado a problemas de saúde, como hipertensão e doenças cardiovasculares (Barbosa *et al.*, 2024).

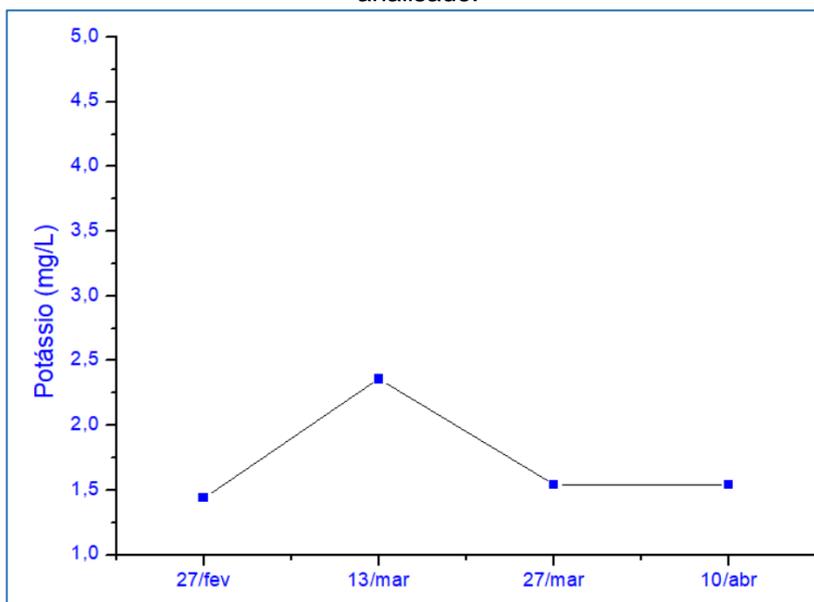
A Portaria GM/MS nº 888/2021, embora não estabeleça um limite máximo específico para o teor de sódio em águas potáveis, recomenda seu monitoramento como parte dos parâmetros físico-químicos de qualidade (Brasil, 2021). Complementarmente, a Resolução RDC nº 717/2022 da Anvisa determina que águas minerais naturais e adicionadas de sais que contenham teor de sódio igual ou superior a 200 mg/L devem declarar essa informação no rótulo, visando à proteção de grupos sensíveis, como indivíduos com restrições dietéticas (Brasil, 2022).

No presente estudo, os valores de sódio encontrados nas amostras analisadas estiveram significativamente abaixo desse limite. Esses resultados reforçam a elevada qualidade da água mineral comercializada no município de Areia-PB em relação a esse parâmetro, sendo adequada para o consumo da população em geral, inclusive de pessoas que precisam controlar a ingestão de sódio.

5.3 POTÁSSIO

Os valores de potássio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado podem ser visualizados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Valores do potássio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

De acordo com a análise dos resultados expostos no Gráfico 3, no primeiro dia de análise o valor registrado de potássio foi de aproximadamente 1,4 mg/L. Na análise seguinte, houve um aumento significativo, atingindo o pico da série com 2,3 mg/L. Posteriormente, em 27 de março, observou-se uma queda para 1,5 mg/L, valor que se manteve estável também em 10 de abril. De modo geral, os resultados mostram uma variação discreta entre as datas de análise, com ligeira oscilação ao longo do tempo, o que indica estabilidade na composição da água analisada e reforça a sua conformidade com os padrões de qualidade esperados, garantindo segurança ao consumidor quanto à presença de potássio em sua composição.

Segundo Gonçalves *et al.* (20218) e Arauz *et al.* (2021), essas flutuações são comuns em águas minerais naturais e podem estar associadas a diversos fatores. Entre eles, destacam-se as variações sazonais na composição da fonte, influenciadas pela infiltração de água da chuva, pelo grau de saturação do aquífero e pelo contato com diferentes tipos de rochas e solos. Além disso, pequenas variações entre lotes de engarrafamento, tempo de armazenamento e exposição a condições externas podem contribuir para essas diferenças.

O valor informado no rótulo da embalagem é de 1,5 mg/L, o que demonstra boa correspondência com os dados obtidos, exceto pela elevação pontual observada em 13 de março. Essa elevação, apesar de significativa, ainda permanece dentro de

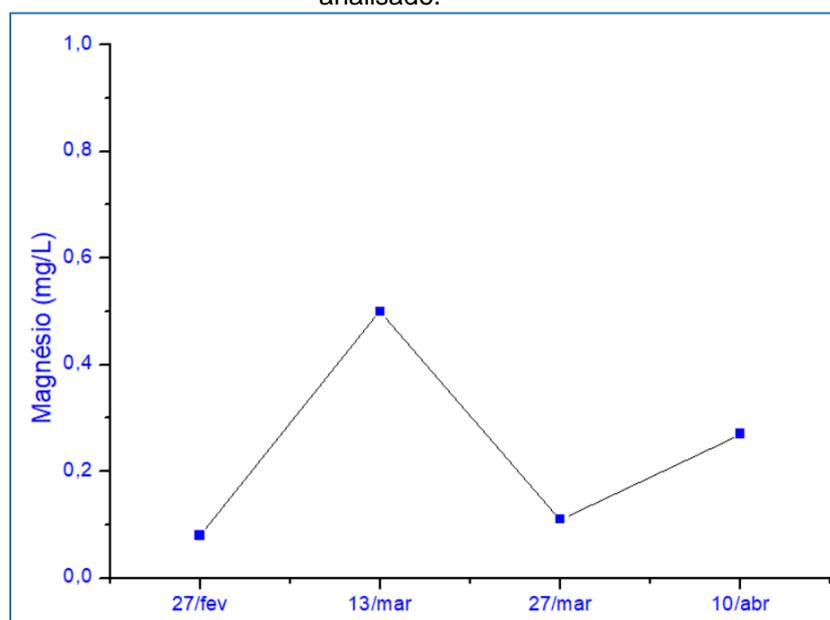
níveis seguros para o consumo humano. Vale destacar que a Portaria GM/MS nº 888/2021 não estabelece um limite máximo específico para o potássio na água potável. No entanto, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), concentrações de até 12 mg/L são consideradas seguras para a população em geral.

O potássio é um eletrólito essencial ao corpo humano, participando de funções vitais como a regulação da pressão arterial, o equilíbrio hidroeletrólítico, a saúde cardiovascular e o funcionamento muscular. Entretanto, o seu monitoramento é importante em contextos específicos, especialmente para indivíduos com disfunções renais, que podem ser sensíveis a concentrações elevadas do elemento. Conforme enfatizam Barbosa *et al.* (2024), o excesso de potássio pode representar riscos à saúde em casos particulares, ao passo que sua ausência pode causar problemas musculares e cardiovasculares.

5.4 MAGNÉSIO

Os valores de magnésio, expressos em mg/L, nas amostras de água mineral ao longo do período analisado estão representados no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Valores do magnésio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Conforme apresentado no Gráfico 4, as concentrações de magnésio nas amostras de água mineral analisadas apresentaram uma leve oscilação ao longo do tempo, com um pico de 0,50 mg/L, registrado no dia 13 de março. Apesar dessa variação pontual, todos os valores observados permaneceram extremamente baixos, indicando uma água com baixíssima dureza, característica positiva para o consumo humano. Baixos teores de magnésio não oferecem riscos à saúde e mantêm a água dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos.

Ao comparar esses resultados com as informações disponíveis no rótulo da embalagem, que indicam uma concentração de 0,2 mg/L, observa-se boa correspondência entre os dados, exceto pela elevação pontual verificada em março. Essa discrepância pode ser atribuída a variações naturais na composição do aquífero ou a fatores circunstanciais no momento da coleta, sem comprometer a qualidade da água.

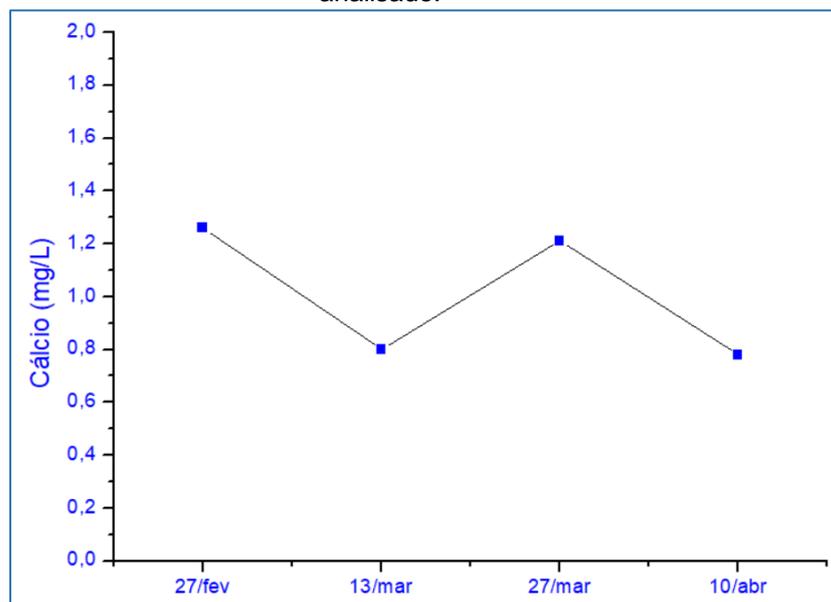
Segundo Pereira (2021); Silva *et al.* (2023); o magnésio é um mineral essencial frequentemente presente em águas minerais naturais, desempenhando papel fundamental na regulação da função muscular, na manutenção da saúde cardiovascular e no equilíbrio eletrolítico do organismo. Sua concentração na água pode variar amplamente em função das características geológicas da fonte, como o tipo de rochas com as quais a água subterrânea entra em contato (Libânio, 2010).

Estudo realizado por Silva *et al.* (2021a) avaliou parâmetros físico-químicos e micronutrientes em águas minerais comercializadas no litoral amazônico brasileiro. A análise revelou concentrações de magnésio em sua maioria dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para consumo humano, corroborando a importância da variação natural desse mineral conforme a origem da água.

5.5 CÁLCIO

O Gráfico 5 apresenta os valores de cálcio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado, proporcionando uma visão clara das flutuações desse parâmetro durante o período estudado.

Gráfico 5 - Valores do cálcio da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

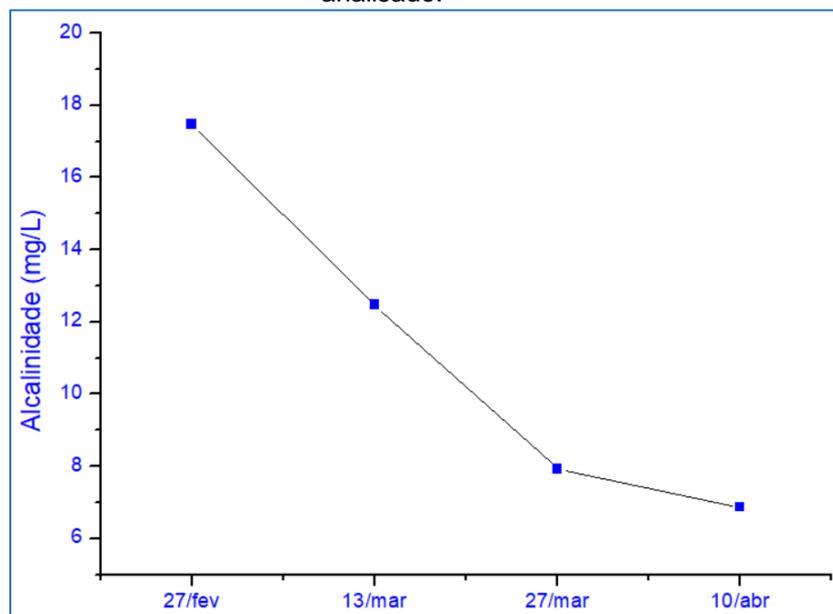
Ao analisar o Gráfico 5, verifica-se que os teores de cálcio nas amostras de água mineral comercializada em Areia-PB foram de 1,26 mg/L, 0,78 mg/L, 1,13 mg/L e 0,80 mg/L, conforme as datas de coleta. Esses valores apresentam variações discretas, compatíveis com o comportamento natural de águas subterrâneas. O valor declarado no rótulo do produto é de 1,2 mg/L, e os resultados obtidos estão próximos dessa referência, indicando boa estabilidade da composição e baixa dureza da água, uma característica desejável para o consumo humano.

O estudo de Ferraz *et al.* (2021) avaliou a qualidade físico-química de quatro marcas de água mineral comercializadas em Maringá/PR, com ênfase em parâmetros como o teor de cálcio. As análises seguiram os métodos padronizados e os resultados foram comparados com os valores declarados nos rótulos e com os limites estabelecidos pela legislação brasileira. As concentrações de cálcio encontradas estavam dentro dos padrões permitidos e, em geral, próximas dos valores informados nos rótulos. No entanto, pequenas variações foram observadas, atribuídas a fatores como oscilações naturais do aquífero ou diferenças no momento da coleta. Ainda assim, as águas analisadas foram consideradas seguras e adequadas ao consumo, apresentando teores de cálcio compatíveis com a legislação e potencialmente benéficos à saúde.

5.6 ALCALINIDADE

Ao longo do período analisado, foram realizadas quatro análises do parâmetro alcalinidade, e os resultados obtidos podem ser visualizados no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Valores da alcalinidade da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Baseado nos resultados apresentados no Gráfico 6, observa-se uma tendência de queda contínua nos valores de alcalinidade ao longo do período analisado. Em 27 de fevereiro, a alcalinidade da amostra era de aproximadamente 17,5 mg/L, diminuindo para cerca de 12,5 mg/L em 13 de março. No dia 27 de março, o valor caiu para aproximadamente 8 mg/L e, por fim, em 10 de abril, atingiu cerca de 7 mg/L.

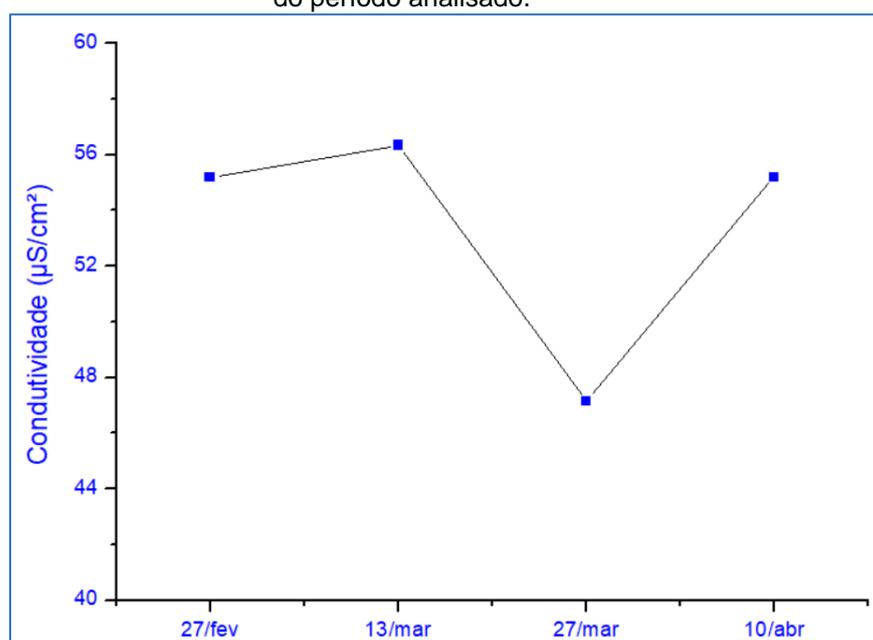
De acordo Nolasco *et al.* (2020), a alcalinidade é um parâmetro importante da qualidade da água, pois indica sua capacidade de neutralizar substâncias ácidas. Essa característica está diretamente ligada ao chamado poder tampão da água, ou seja, à sua resistência a variações no pH (Brasil, 2013). Embora seja um dado relevante para a avaliação da água mineral, a alcalinidade nem sempre é informada nos rótulos, o que pode estar relacionado a fatores como exigências regulatórias, percepção de importância ou a tendência de simplificar informações para o consumidor.

Embora não haja obrigatoriedade legal para a declaração da alcalinidade nos rótulos, os dados analisados mostram claramente uma redução desse parâmetro ao longo do tempo. Essa queda pode ser atribuída a fatores naturais, como a diminuição do aporte de bicarbonatos dissolvidos no aquífero (Martins *et al.*, 2024). Ainda assim, os valores de alcalinidade observados no Gráfico 6 permanecem baixos, compatíveis com águas minerais de baixa mineralização, característica desejável para o consumo humano.

5.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O Gráfico 7 apresenta os valores de condutividade elétrica da água mineral analisada ao longo desta pesquisa.

Gráfico 7 - Valores da condutividade elétrica da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

No comportamento observado para condutividade elétrica, no Gráfico 7, verifica-se um valor inicial relativamente elevado em 27 de fevereiro (cerca de 55,5 μS/cm), seguido por um leve aumento em 13 de março, atingindo o ponto mais alto da série (aproximadamente 56,2 μS/cm). Posteriormente, em 27 de março, houve uma queda acentuada (cerca de 47,0 μS/cm), possivelmente associada a uma diminuição

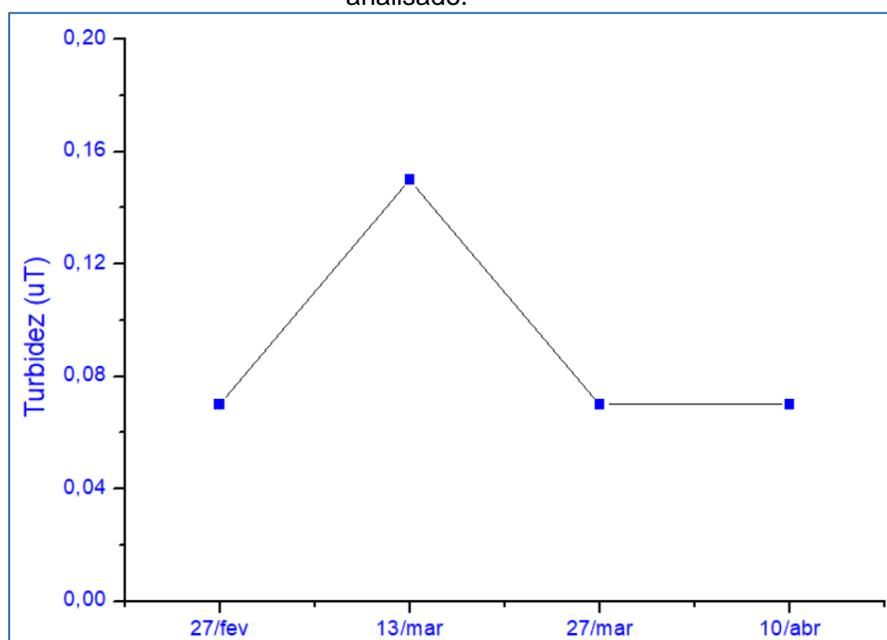
temporária na concentração de sais dissolvidos. Por fim, em 10 de abril, a condutividade retornou a níveis semelhantes aos valores iniciais (em torno de 55,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), demonstrando uma recuperação da concentração iônica.

Um estudo conduzido por Silva *et al.* (2023) analisou amostras de água mineral comercializadas em Barreiras, Bahia, com foco na condutividade elétrica. As análises revelaram que algumas marcas apresentaram valores de condutividade elétrica superiores aos recomendados pela literatura, sugerindo a presença elevada de sais minerais ou possíveis contaminantes. Essas variações podem ser atribuídas a fatores como a origem geológica da água, condições de armazenamento e possíveis interferências antrópicas.

5.8 TURBIDEZ

Os resultados da turbidez da água mineral, obtidos ao longo da pesquisa, estão representados no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Valores da turbidez da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

O Gráfico 8 mostra a evolução da turbidez da água, medida em Unidades de Turbidez Nefelométrica (UTN), ao longo do período analisado. A turbidez é um parâmetro físico importante na avaliação da qualidade da água mineral, pois revela a presença de partículas em suspensão, como argilas, matéria orgânica e micro-organismos, que podem comprometer tanto a aparência quanto a potabilidade da água.

Os dados indicam um leve aumento no valor registrado em 13 de março, quando a turbidez atingiu cerca de 0,15 UTN. Esse pico, embora discreto, pode estar relacionado a distúrbios naturais como o escoamento superficial decorrente de chuvas, que transportam sedimentos até a fonte. Nos demais dias de análise, os valores permaneceram estáveis, em torno de 0,07 UTN, sugerindo um padrão de baixa turbidez e boa estabilidade.

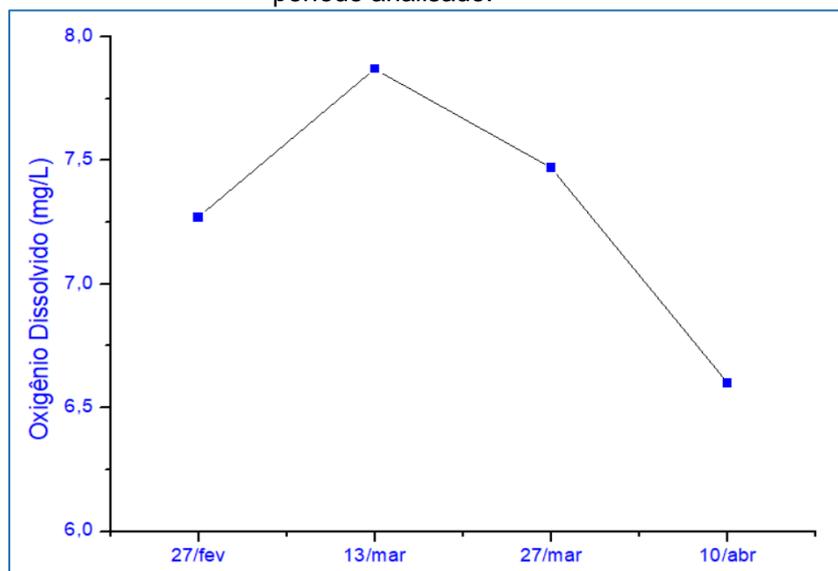
Apesar da variação pontual, os valores observados se mantiveram muito abaixo do limite máximo de 5 UTN estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 para águas destinadas ao consumo humano. Assim, os resultados indicam que a água analisada apresenta excelente qualidade visual e física, compatível com padrões exigidos para águas minerais naturais.

Segundo a literatura, como destacado por Santos, Oliveira e Silva (2020), esse parâmetro também pode estar associado à presença de contaminantes microbiológicos, já que partículas em suspensão podem proteger micro-organismos da ação de desinfetantes. Por isso, a manutenção de baixos níveis de turbidez é essencial para garantir a segurança e a qualidade da água mineral consumida pela população.

5.9 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Os valores de oxigênio dissolvido na água mineral comercializada em Areia-PB, ao longo do período analisado, podem ser visualizados no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Valores do oxigênio dissolvido da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

O Gráfico 9 mostra que a concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água apresentou um comportamento típico de fontes naturais bem preservadas, com níveis adequados durante todo o período analisado.

A concentração inicial foi de aproximadamente 7,3 mg/L, considerada excelente, e atingiu seu valor máximo em 13 de março, com cerca de 7,9 mg/L. Esse aumento pode estar associado a temperaturas mais amenas ou à maior aeração da água, fatores que favorecem a dissolução do oxigênio. A partir dessa data, observou-se uma redução gradual nos níveis de OD: cerca de 7,5 mg/L em 27 de março e 6,5 mg/L em 10 de abril. Essa queda pode estar relacionada ao aumento da temperatura da água ou ao maior consumo de oxigênio por processos naturais, como a decomposição de matéria orgânica.

Mesmo com a leve redução observada ao final do período, os valores registrados permaneceram dentro da faixa considerada ideal para águas de boa qualidade, conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005, que recomenda concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 5 mg/L para águas de classe 1 (Brasil, 2005). Esse resultado indica excelente oxigenação, refletindo uma água com boas condições ecológicas, adequada tanto para o consumo humano quanto para a preservação ambiental.

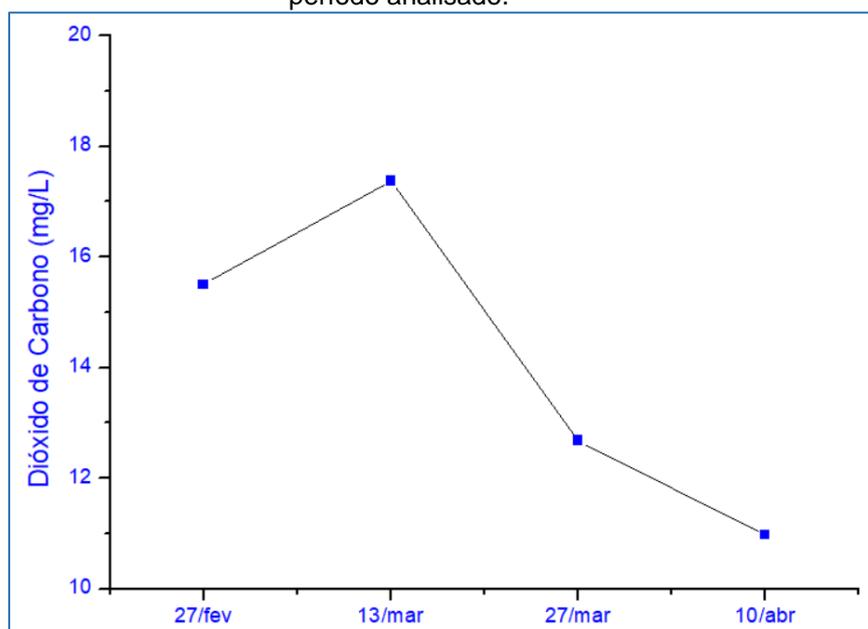
Um estudo conduzido por Dourado *et al.* (2023) avaliou a qualidade físico-química e microbiológica da água em reservatórios subterrâneos na cidade de Vitória

da Conquista, Bahia. As análises incluíram a medição de oxigênio dissolvido, entre outros parâmetros. Os resultados indicaram que os níveis de OD em algumas amostras estavam fora da faixa recomendada, o que pode ser atribuído a fatores como a presença de matéria orgânica e a atividade microbiana, afetando a qualidade da água para consumo humano.

5.10 DIÓXIDO DE CARBONO

O Gráfico 10 apresenta a evolução dos valores de dióxido de carbono nas amostras de água mineral durante o período de monitoramento, evidenciando as flutuações desse parâmetro ao longo das análises.

Gráfico 10 - Valores do dióxido de carbono da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Conforme pode ser observado no Gráfico 10, inicialmente, em 27 de fevereiro, a concentração de dióxido de carbono foi relativamente alta, com cerca de 15,5 mg/L, atingindo seu pico em 13 de março (aproximadamente 17,5 mg/L), seguido por uma redução acentuada para 12 mg/L em 27 de março e, por fim, chegando ao valor mais baixo da série em 10 de abril, com cerca de 10,5 mg/L.

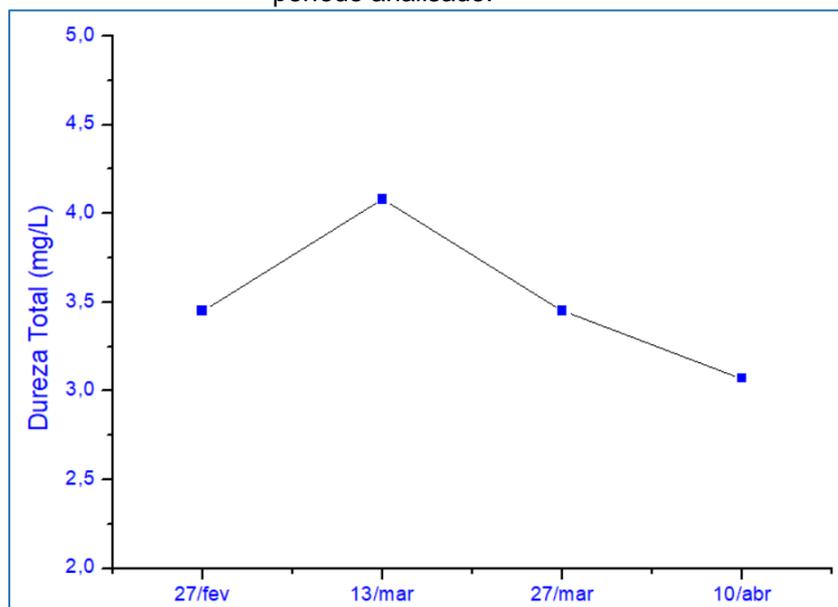
Segundo Zielinski (2024), essa tendência decrescente pode ser explicada pela liberação gradual do gás dissolvido ao longo do tempo, durante o armazenamento e a manipulação das amostras. Além disso, variações na atividade geológica local ou mudanças nas condições ambientais, como temperatura e pressão, também podem influenciar diretamente na concentração de CO₂ dissolvido na água. Assim, embora a concentração tenha diminuído ao longo do tempo, essas oscilações são naturais e não afetam a qualidade sensorial da água mineral, sendo inclusive desejáveis em certos contextos. A presença de CO₂ dissolvido é compatível com a composição de águas minerais naturais e pode enriquecer suas propriedades físico-químicas sem representar risco à saúde.

Segundo Silva *et al* (2023), a presença de dióxido de carbono dissolvido em águas minerais gaseificadas desempenha um papel importante na qualidade do produto, influenciando tanto aspectos sensoriais quanto microbiológicos. Concentrações mais elevadas de CO₂ podem inibir o crescimento de bactérias potencialmente patogênicas, contribuindo para a segurança do consumidor. No entanto, é essencial que os produtores equilibrem esses níveis para manter as características desejadas da água sem comprometer sua palatabilidade.

5.11 DUREZA TOTAL

O Gráfico 11 mostra os valores da dureza total da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.

Gráfico 11 - Valores da dureza total da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

A dureza total da água, expressa em mg/L de CaCO_3 , apresentou um leve aumento no dia 13 de março, seguido por uma redução gradual nas datas posteriores, conforme ilustrado no Gráfico 11.

O pico registrado em março pode indicar uma variação pontual na composição mineral do aquífero, enquanto a redução observada posteriormente sugere maior estabilidade nas condições geológicas e climáticas da região. Em todas as amostras analisadas, os valores de dureza permaneceram baixos, classificando a água como muito macia.

Destaca-se que, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, o limite máximo permitido para dureza total é de 300 mg/L, e todos os valores registrados ficaram bem abaixo desse parâmetro. Isso confirma a excelente qualidade da água, tornando-a mais agradável ao paladar e menos propensa à formação de incrustações em tubulações e equipamentos.

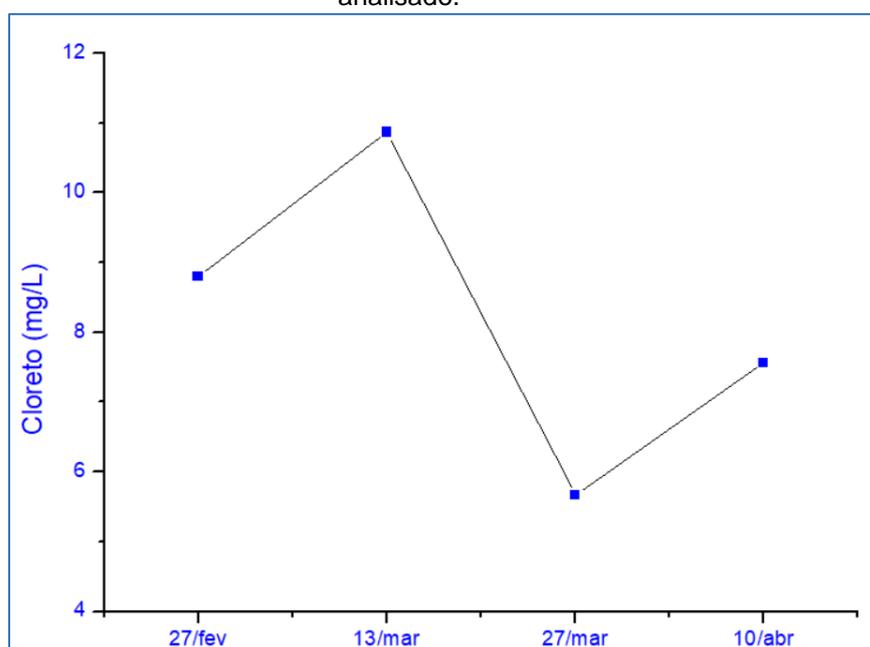
Segundo Nolasco *et al.* (2020), a dureza da água está associada à presença de cátions multivalentes dissolvidos. De acordo com a orientação técnica da FUNASA (Brasil, 2013), os principais cátions responsáveis por esse parâmetro são o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}). Outros íons, como ferro (Fe^{2+} e Fe^{3+}), manganês (Mn^{2+}),

estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}), também podem contribuir, ainda que em menor escala.

5.12 CLORETOS

O Gráfico 12 ilustra a variação dos cloretos na água mineral analisada durante a pesquisa.

Gráfico 12 - Valores do cloreto da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

O Gráfico 12 revela uma tendência inicial de aumento entre as coletas de 27 de fevereiro e 13 de março, quando foi registrado o valor máximo. Posteriormente, observa-se uma queda acentuada em 27 de março, seguida por uma leve elevação até 10 de abril, conforme ilustrado no Gráfico 12.

Segundo Nolasco *et al.* (2020), os íons cloreto têm origem na dissolução de sais como o cloreto de sódio (NaCl), estando naturalmente presentes na água em diferentes concentrações. A quantidade de cloretos é um dos parâmetros utilizados tanto na avaliação da potabilidade da água destinada ao consumo humano quanto na classificação dos corpos hídricos.

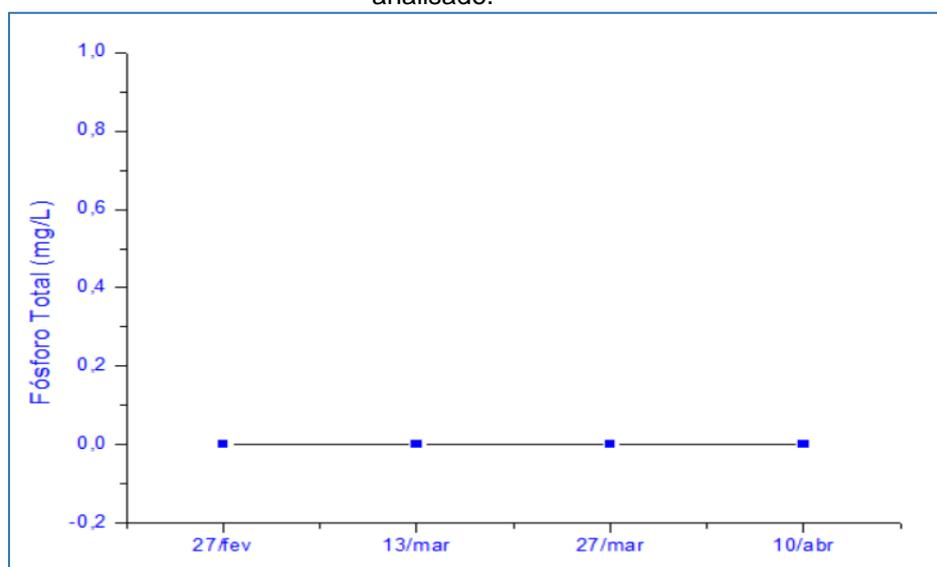
As variações observadas podem estar associadas a oscilações naturais no aquífero, uma vez que o cloreto é um íon bastante móvel no ambiente, podendo ser influenciado por fatores como o regime pluviométrico, processos de infiltração e alterações no fluxo subterrâneo.

Importante destacar que, mesmo com essa flutuação, os níveis de cloreto permaneceram muito abaixo do limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que é de 250 mg/L, garantindo a potabilidade da água, sem prejuízo ao seu sabor ou à sua qualidade.

5.13 FÓSFORO TOTAL

O Gráfico 13 apresenta os valores de fósforo total obtidos na água mineral analisada nesta pesquisa.

Gráfico 13 - Valores do fósforo da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Como ilustrado no Gráfico 13, não foi detectado fósforo total nas amostras de água mineral analisadas, revelando assim a ausência de contaminação por fertilizantes ou matéria orgânica em decomposição. A estabilidade dos valores ao longo do tempo fortalece a conclusão de que a fonte de água estudada apresenta baixa influência antrópica e uma excelente qualidade ambiental. Isso é importante,

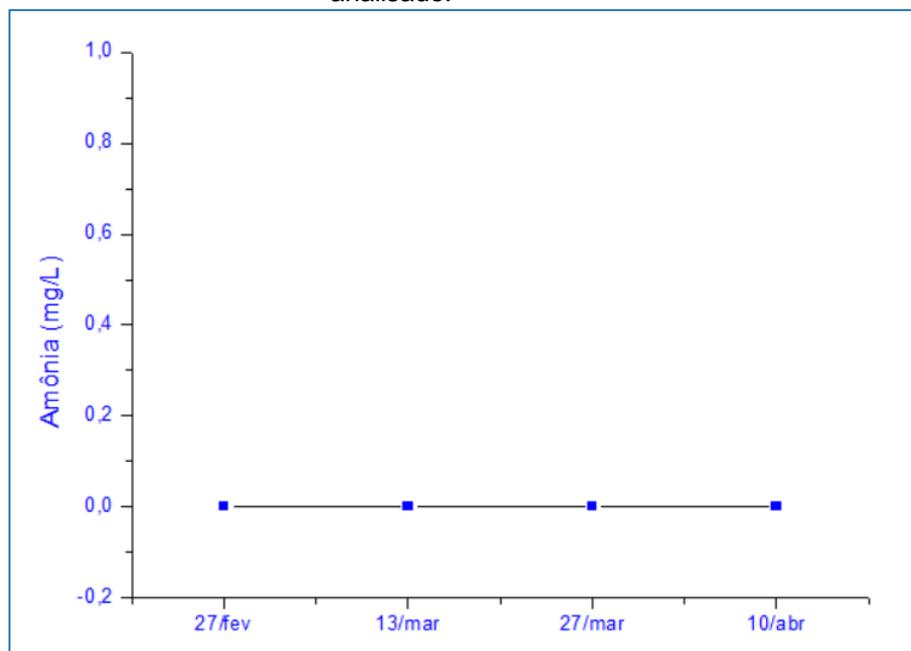
pois o excesso de fósforo pode levar à proliferação de algas, comprometendo a potabilidade da água.

De acordo com Fernandes (2014), a determinação do fósforo total em águas minerais é fundamental para avaliar a qualidade da água e o risco de eutrofização, que ocorre quando há um excesso de nutrientes, como o fósforo, nos corpos d'água. O fósforo total inclui tanto o fósforo dissolvido quanto o particulado, sendo fundamental monitorar sua concentração para assegurar a potabilidade da água.

5.14 AMÔNIA

O Gráfico 14 apresenta os resultados obtidos para amônia nas quatro análises da água mineral.

Gráfico 14 - Valores da amônia da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Assim como o fósforo, a amônia também não foi detectada nas amostras de água mineral analisadas nesta pesquisa (Gráfico 14). Dessa forma, todos os valores observados ficaram muito abaixo do limite máximo estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que é de 1,5 mg/L para amônia. Esse resultado é altamente positivo do

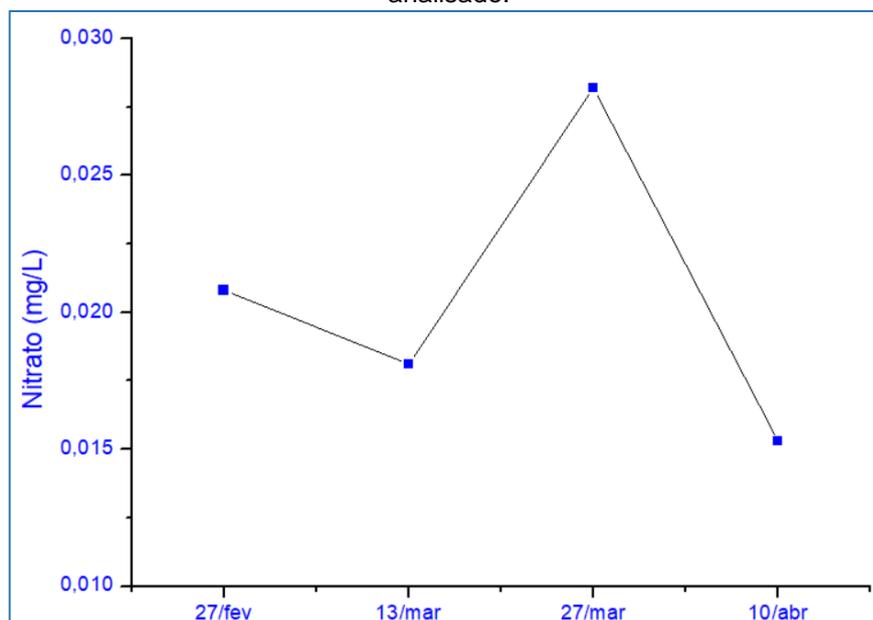
ponto de vista da segurança para o consumo, pois minimiza significativamente o risco de formação de compostos tóxicos, como as cloraminas.

A presença de amônia (NH_3) em águas minerais pode indicar contaminação por matéria orgânica ou efluentes industriais. A determinação de sua concentração é fundamental para a avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano, uma vez que níveis elevados comprometem a potabilidade e podem refletir processos de degradação biológica ou poluição (Fernandes, 2014).

5.15 NITRATO

Os valores de nitrato da água mineral comercializada em Areia-PB, ao longo do período analisado, estão apresentados no Gráfico 15.

Gráfico 15 - Valores do nitrato da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

O Gráfico 15 mostra que os níveis de nitrato (NO_3^-) apresentaram pouca variação ao longo do período analisado, com um discreto aumento em 27 de março, seguido por uma queda significativa em 10 de abril.

De acordo com Silva *et al.* (2024), a presença de nitrato em águas minerais pode estar relacionada à contaminação por atividades agrícolas ou industriais. Sua concentração é um indicador relevante da qualidade da água, já que níveis elevados comprometem a potabilidade e evidenciam possíveis fontes de poluição. Por isso, a análise de nitrato é fundamental para garantir a segurança da água destinada ao consumo humano.

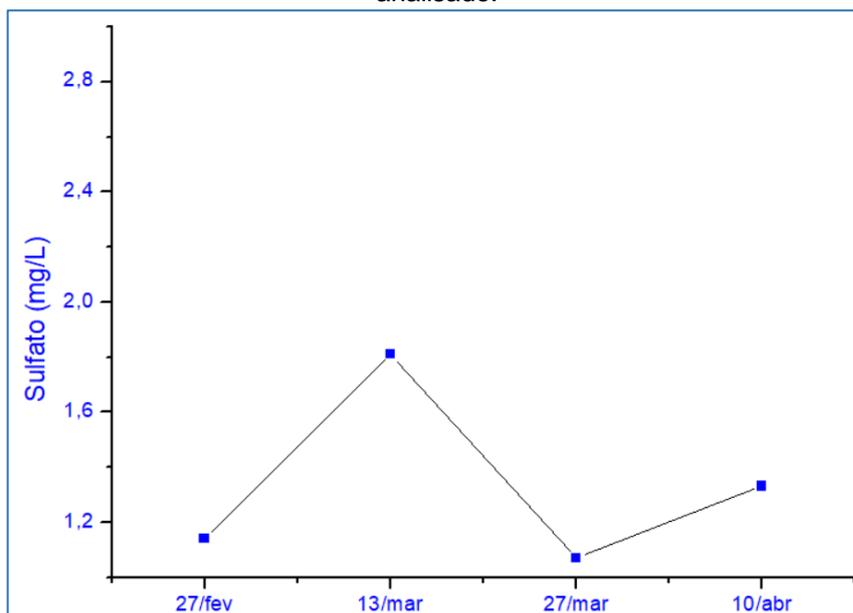
No presente estudo, os níveis de nitrato permaneceram consistentemente baixos, o que aponta para a ausência de contaminação por fertilizantes ou dejetos animais, fontes comuns desse íon em ambientes agrícolas. A elevação registrada em março pode estar associada a um evento pontual de recarga do aquífero, possivelmente causado por chuvas que transportaram compostos nitrogenados da superfície. No entanto, a rápida redução observada na análise seguinte sugere diluição natural ou consumo biológico desses compostos.

Importa ressaltar que todos os valores medidos ficaram bem abaixo do limite máximo de 10 mg/L estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, confirmando que a água analisada é potável e segura para o consumo humano.

5.16 SULFATO

O Gráfico 16 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro sulfato na água mineral analisada.

Gráfico 16 - Valores do sulfato da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Os resultados das análises de sulfato (SO_4^{2-}) apresentados no Gráfico 16 revelaram um aumento acentuado na amostra de 13 de março, após um valor inicial mais baixo em 27 de fevereiro, seguido por uma redução nas análises subsequentes.

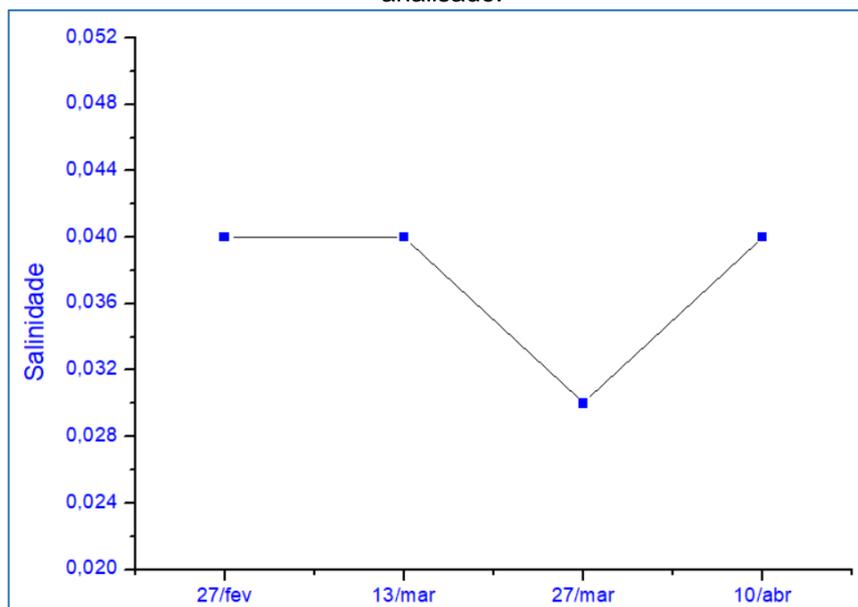
A variação observada no Gráfico 16 sugere uma entrada pontual de sulfato na água, possivelmente de origem natural, como a dissolução de minerais contendo enxofre. No entanto, como os valores retornaram rapidamente a níveis mais baixos, não se configura uma contaminação significativa. A presença moderada de sulfato é comum em águas naturais e, dentro dos níveis observados, não representa risco à saúde nem afeta o sabor da água. Além disso, todos os resultados ficaram bem abaixo do limite máximo estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que é de 250 mg/L para sulfato, confirmando a boa qualidade da água analisada.

De acordo com o estudo de Silva *et al.* (2021b), a presença de sulfato (SO_4^{2-}) em águas minerais é um parâmetro relevante na avaliação da qualidade da água, pois concentrações elevadas podem alterar o sabor e provocar efeitos laxativos, especialmente em pessoas não habituadas ao consumo de água com altos níveis desse íon.

5.17 SALINIDADE

Os valores obtidos para a salinidade da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado estão apresentados no Gráfico 17.

Gráfico 17 - Valores da salinidade da água mineral comercializada em Areia-PB ao longo do período analisado.



Fonte: elaboração própria, 2025.

O Gráfico 17 mostra que a salinidade da água variou ligeiramente ao longo do período analisado. Nos dias 27 de fevereiro e 13 de março, a salinidade permaneceu relativamente estável, em torno de 0,04. No entanto, em 27 de março, foi observada uma queda visível, seguida por um pequeno aumento em 10 de abril.

Os dados apresentados indicam que a água continua com baixíssima salinidade, reforçando seu perfil de água doce e de baixa mineralização, sem risco para o consumo humano. A Portaria GM/MS nº 888/2021 não estabelece um limite máximo de salinidade para a água potável; o controle é realizado por meio dos valores de condutividade elétrica, bem como pelos teores de cloretos e sulfatos.

De acordo com o estudo de Silva *et al.* (2024), a salinidade é um parâmetro relevante na avaliação da qualidade da água mineral, pois concentrações elevadas podem interferir no sabor e na potabilidade da água. A salinidade pode ser determinada por métodos como a condutividade elétrica, que mede a capacidade da

água de conduzir eletricidade, refletindo a presença de íons dissolvidos. Além disso, a análise de agrupamento hierárquico pode ser aplicada para classificar as águas com base na salinidade, considerando fatores naturais e antrópicos que influenciam a composição iônica da água.

5.18 ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em águas minerais constitui um indicador essencial na avaliação da qualidade microbiológica, evidenciando possível contaminação de origem ambiental ou fecal. No Quadro 3 estão apresentadas as análises bacteriológicas realizadas nas diferentes datas de coleta das amostras desta pesquisa.

Quadro 3 - Resultado das análises bacteriológicas.

| Dias das análises | Coliformes totais | Escherichia coli |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 27 de fevereiro | Ausente | Ausente |
| 13 de março | Ausente | Ausente |
| 27 de março | Ausente | Ausente |
| 10 de abril | Ausente | Ausente |

Fonte: elaboração própria, 2025.

Verifica-se no Quadro 3 a ausência de contaminantes microbiológicos em todas as amostras testadas. Foram avaliados parâmetros como coliformes totais e *Escherichia coli*, e em todos os casos, os resultados foram negativos para a presença de micro-organismos patogênicos. A ausência de bactérias heterotróficas em níveis elevados também reforça a potabilidade da água, indicando boas práticas de envase, armazenamento e controle de qualidade por parte da empresa responsável.

Sendo assim, os resultados obtidos estão em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece que, para a água destinada ao consumo humano, deve haver ausência total de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL da amostra analisada. Esses dados confirmam que a água mineral comercializada

apresenta qualidade microbiológica adequada para o consumo, não representando risco de transmissão de doenças de origem hídrica.

Em contraste, um estudo conduzido por Sant'Ana *et al.* (2023) analisou 44 amostras de águas minerais envasadas, de diferentes marcas, e revelou que 25% das amostras estavam contaminadas por coliformes totais e 20,4% por *E. coli*. Esses resultados indicam falhas higiênicas durante o processamento e possível contaminação fecal recente, colocando essas amostras em desacordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao comparar os resultados obtidos nas análises realizadas com os valores informados no rótulo da água mineral, verificou-se que todos os parâmetros apresentaram grande proximidade com os dados fornecidos pelo fabricante. As pequenas variações identificadas podem ser consideradas normais, pois são atribuídas a oscilações naturais nas características do aquífero, como variações sazonais, recarga hídrica e dinâmica geoquímica, ou ainda a diferenças metodológicas entre os procedimentos analíticos adotados em laboratório e os utilizados pelo envasador. Essa correspondência entre os dados confirma a fidelidade das informações descritas no rótulo e reforça a credibilidade do produto comercializado.

Além disso, todos os parâmetros físico-químicos avaliados permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que regulamenta os padrões de qualidade para águas destinadas ao consumo humano. Isso inclui indicadores essenciais como pH, dureza, concentração de cloreto e nitrato, entre outros, os quais demonstraram conformidade com os valores de referência estabelecidos pela legislação vigente.

Dessa forma, fica evidenciado que a água mineral analisada apresenta excelente qualidade sob os aspectos físico-químico e sanitário. A conformidade com os critérios legais não apenas atesta a potabilidade da água, mas também assegura a proteção da saúde dos consumidores e o cumprimento das exigências regulamentares. Tais resultados evidenciam o compromisso da empresa com a qualidade do produto e a segurança do consumidor final.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, G. R. R. *et al.* Controle de qualidade de águas minerais. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 16356-16368, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34192/bjhr.2020.06.16356>. Acesso em: 4 maio 2025.
- AMORIM, M. de J. *et al.* Análise dos processos e gestão de riscos em uma empresa de envase de água mineral. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, v. 9, n. 4, p. 25–33, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/40939>. Acesso em: 23 maio 2025.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation, 2017.
- ARAUZ, L. J. *et al.* Características de qualidade para substâncias inorgânicas em água mineral envasada comercializada na cidade de São Paulo/SP. **Scientia Plena**, v. 17, n. 8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.081507>. Acesso em: 4 maio 2025.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1426**. Standard Test Methods for Ammonia Nitrogen in Water. West Conshohocken: ASTM, 2008.
- BARBOSA, E. Z. *et al.* **Análise comparativa**: veracidade de informações nos rótulos de água mineral engarrafada. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Meio Ambiente) – Centro Paula Souza, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/7673>. Acesso em: 4 maio 2025.
- BERENHAUSER, V. R. **A importância do Sódio**. 2024. Disponível em: https://www.tjsc.jus.br/web/servidor/dicas-de-saude/-/asset_publisher/0rjJEBzj2Oes/content/a-importancia-do-sodio. Acesso em: 24 maio 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Água no mundo**. Brasília, DF: ANA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em: 04 maio 2025.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração – ANM. **Sumário Mineral Brasileiro 2023**. Brasília: ANM, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2023->. Acesso em: 23 maio 2025.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 717, de 15 de dezembro de 2022. Estabelece os requisitos para a produção e comercialização de águas envasadas e de gelo destinado ao consumo humano. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 dez. 2022. Disponível em: <https://anvisa.gov.br/legis/datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link>

=S&tipo=RDC&numeroAto=00000717&seqAto=002&valorAno=2022&orgao=RDC/D C/ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_modulo=134&cod_menu=1696. Acesso em: 05 fev. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=450&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Guia de bolso: manual prático de análise de água**. 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Resolução Inmetro nº 193, de 27 de dezembro de 2024. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 dez. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/legislacao/resolucoes/2024/resolucao-n-193-de-27-de-dezembro-de-2024>. Acesso em: 13 maio 2025.

CÂNDIDO, C. S. **Análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água de distribuição e água mineral envasada**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/243200>. Acesso em: 23 maio 2025.

CORRÊA, M. Nestlé oficializa venda de seu negócio de água no Brasil para Minalba. **O Globo**, 2018. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/nestle-oficializa-venda-de-seu-negocio-de-agua-no-brasil-para-minalba-22534652>. Acesso em: 5 maio 2025.

COSTA, R. Aquíferos: a riqueza subterrânea vital para a segurança hídrica do Brasil. **Serviço Geológico do Brasil**, 2025. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/ujyx/content/aquiferos-a-riqueza-subterranea-vital-para-a-seguranca-hidrica-do-brasil. Acesso em: 5 maio 2025.

DATA MERCANTIL. Sem Bonafont, Minalba e Crystal injetam água no verão. **Data Mercantil**, 2023. Disponível em: <https://datamercantil.com.br/2023/01/06/sem-bonafont-minalba-e-crystal-injetam-agua-no-verao/>. Acesso em: 5 maio 2025.

DOURADO, *et al.* Qualidade físico-química e microbiológica da água em reservatórios subterrâneos na cidade de Vitória da Conquista-BA para fins de potabilidade. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 2, 2018. DOI: 10.14295/ras.v32i2.29156. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29156>. Acesso em: 4 maio 2025.

FERNANDES, P. C. L. **Validação e controlo de qualidade do fósforo total em águas residuais** – Análise da qualidade da água. 2014. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6072/1/4188_8215.pdf. Acesso em: 2 maio 2025.

FERRAZ, R. D. *et al.* **Análise da qualidade da água mineral de garrafas PET de quatro marcas comercializadas na região de Maringá/PR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro Universitário Cesumar (Unicesumar), Maringá, 2021. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/7732>. Acesso em: 4 maio 2025.

FREITAS, M. *et al.* Análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água mineral. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.13944>. Acesso em: 4 maio 2025.

GOMES, C. S. F. Águas minerais engarrafadas. **Revista de Ciência Elementar**, v. 11, n. 1, art. 004, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.24927/rce2023.004>. Acesso em: 4 maio 2025.

GONÇALVES, M. V. P. *et al.* Geoquímica e qualidade da água subterrânea no município de Serra do Ramalho, Bahia (BR). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 159–172, jan./fev. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jesa/a/LVtQgZDM7DqrDfSPsfGmfxs/?lang=pt>. Acesso em: 25 maio 2025.

GRUMICKER, M. G. *et al.* Qualidade da água de poços artesianos em um assentamento do município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 807–821, 2018. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5975. Acesso em: 4 maio 2025.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

MARTINS, R. S. *et al.* Evolução da alcalinidade em águas minerais naturais e seus impactos na qualidade para consumo. **Journal of Water Chemistry and Technology**, v. 45, n. 3, p. 215–223, 2024. Acesso em: 23 maio 2025.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. McGraw Hill Brasil, 2015.

MIRANDA, B. M. *et al.* Análise sobre a gestão hídrica no município de Areia – PB. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE (I CONIMAS); CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO (III CONIDIS), 2019, Areia. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63199>. Acesso em: 4 maio 2025.

NOLASCO, G. M. *et al.* Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 52–64, 2020. Disponível em: <https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/recital/article/view/60>. Acesso em: 4 maio 2025.

PARANÁ. Com alta de 21,3%, indústria da água mineral movimentou R\$ 242 milhões no Paraná. **Agência Estadual de Notícias**, Curitiba, 17 set. 2024. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-alta-de-213-industria-da-agua-mineral-movimentou-R-242-milhoes-no-Parana>. Acesso em: 5 maio 2025.

PEREIRA, D. **Águas minerais naturais: propriedades e impacto na saúde**. 2021. Trabalho de Mestrado – Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021. Disponível em: https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/54528/1/TM_Diana_Pereira.pdf. Acesso em: 25 maio 2025.

REGINATO, P. A. R. *et al.* Variações de pH e CE na hidroquímica das águas minerais do Sistema Aquífero Serra Geral. **Águas Subterrâneas**, v. 38, n. 1, e-30253, 2024. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/30253/19491/112593>. Acesso em: 23 maio 2025.

REIS, J. *et al.* **Avaliação microbiológica e físico-química de água mineral e seus padrões de qualidade**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade de Uberaba, Uberaba, MG, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uniube.br/bitstream/123456789/2282/1/AVALIA%C3%87%C3%83O%20MICROBIOL%C3%93GICA%20E%20F%C3%8DSICO-QU%C3%8DMICA%20DE%20%C3%81GUA%20MINERAL%20E%20SEUS%20Jennifer%20Santos%20e%20Maria%20Eduarda%20Lopes.pdf>. Acesso em: 4 maio 2025.

RIBEIRO, T. I. *et al.* Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas em Picos, Piauí, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 15566–15579, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/24665>. Acesso em: 4 maio 2025.

RIPARDO, S. Adeus, Bonafont: Por que a Danone desistiu do mercado de água mineral no Brasil. **Bloomberg Línea**, 2022. Disponível em: <https://www.bloomberglinea.com.br/2022/09/15/por-que-a-danone-desistiu-do-mercado-de-agua-mineral-no-brasil>. Acesso em: 5 maio 2025.

SANT'ANA, A. S. *et al.* Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 43, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/YKXwmhbCYYn993TfCb86znv>. Acesso em: 4 maio 2025.

SANTOS, J. L. M. **Acompanhamento do controle de qualidade e processo produtivo da água mineral San Valle**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros, RN, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/8681>. Acesso em: 4 maio 2025.

SANTOS, R. J. da S.; MENDONÇA, L. A. R.; SILVA, F. J. A. da. Geoquímica das águas subterrâneas da bacia sedimentar do Cariri Cearense, nordeste do Brasil. **Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 925–938, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/15711>. Acesso em: 04 maio 2025.

SILVA, A. S. *et al.* Perfil físico-químico da água mineral comercializada em Barreiras, Bahia. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO – CONNEPI, 13., 2023, Porto Velho. **Anais eletrônicos...** Porto Velho: IFRO, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7843185>. Acesso em: 4 maio 2025.

SILVA, M. R. *et al.* Determinação de parâmetros físico-químicos e micronutrientes em águas minerais comercializadas no litoral amazônico brasileiro. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 274–280, 2021a. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/REBAGRO.V12I2.8967>. Acesso em: 4 maio 2025.

SILVA, R. F. *et al.* Análise dos parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas do bairro Enseada das Gaivotas (Rio das Ostras – Rio de Janeiro). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 3, p. 99–110, 2021b. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/850>. Acesso em: 4 maio 2025.

ZIELINSKI, J. P. T. **Avaliação hidrogeoquímica da interação CO₂-água subterrânea-mineral em aquífero raso: implicações para o monitoramento ambiental em projetos de armazenamento geológico de carbono (CCS)**. 2024. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/285580>. Acesso em: 25 maio 2025.