



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

HEITOR AUGUSTO REGALADO DA SILVA

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADA EM
CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FRUTUOSO GOMES – RIO
GRANDE DO NORTE**

CARAÚBAS - RN

Outubro – 2024

HEITOR AUGUSTO REGALADO DA SILVA

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADA EM
CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FRUTUOSO GOMES – RIO
GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor Machado

CARAÚBAS - RN

Outubro – 2024

HEITOR AUGUSTO REGALADO DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FRUTUOSO GOMES – RIO GRANDE DO NORTE

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor Machado

Defendida em: 22 /10 /2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Vitor Machado (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr^a. Edna Lúcia da Rocha Linhares (UFERSA)
Primeiro Membro

Msc. José Aldenor de Sousa UFERSA – Mossoró
Segundo Membro

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586q Silva, Heitor Augusto Regalado da.
Qualidade físico-química da água mineral
comercializada em chafarizes no município de
Frutuoso Gomes - Rio Grande do Norte / Heitor
Augusto Regalado da Silva. - 2024.
52 f. : il.

Orientador: Antonio Vitor Machado.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2024.

1. Chafariz. 2. Qualidade. 3. Água. I.
Machado, Antonio Vitor, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Com imensa saudade e profunda gratidão, dedico este trabalho à memória de Ana de Medeiros Dantas e Severina Galdina da Silva. Suas vidas foram exemplos de coragem, determinação e carinho, que me inspiraram e fortaleceram em todos os momentos desta caminhada. Embora não estejam mais presentes fisicamente, levo comigo suas lições e valores, que me acompanharam e motivaram a seguir adiante. Este trabalho é, em parte, fruto do legado que deixaram, e por isso, dedico a elas esta conquista com todo meu amor e respeito.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a força e a sabedoria necessárias para concluir esta jornada.

À minha mãe, Efigênia, e ao meu pai, Iranildo, pelo amor incondicional, apoio constante e ensinamentos que moldaram a pessoa que sou hoje.

Aos meus tios Ivan Regalado, Zilna Regalado e Ivanilda Galdino, por sempre estarem presentes e por serem exemplos de determinação e bondade.

Ao meu primo Servulo Augusto, que sempre esteve ao meu lado, incentivando-me a seguir em frente.

Agradeço em especial ao meu orientador Dr. Antônio Vitor Machado por sempre acreditar em mim e ter dado maior apoio e paciência e conselhos essenciais, principalmente a banca por terem aceitos ao meu convite em participar a professora Dra. Edna Lucia da Rocha Linhares e ao outro membro Msc. José Aldenor de Sousa.

Agradeço também em especial a minha amiga Selia, pela amizade sincera e por todas as conversas que me ajudaram a superar os desafios.

E, por fim aos meus amigos que sempre esteve presentes ao meu lado!

Obrigado Deus por tudo, Gratidão!

RESUMO

A região semiárida do Brasil, que compõe cerca de 12% da área nacional do país, é caracterizada por um baixo nível de vegetação e chuvas irregulares, o que causa um déficit hidrológico anual de cerca de 20 bilhões de metros³. A situação é agravada pela infraestrutura inadequada de abastecimento de água, o que força as comunidades a usar fontes ilegais de água. Mesmo que tecnologias sociais como dessalinização e cisternas tenham sido introduzidas, a escassez de água potável ainda existe, principalmente nos municípios do norte. Como resultado da busca da população por alternativas, o uso de água mineral aumentou. Como resultado, eles estão aumentando para fornecer água mineral de alta qualidade a preços acessíveis. No entanto, o aumento da demanda fez com que muitas empresas desconsiderassem os padrões de qualidade exigidos por lei. Neste sentido essa pesquisa teve como objetivo investigar a qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes no município de Frutuoso Gomes – Rio Grande do Norte. Foram coletadas amostras de água mineral comercializadas nos chafarizes do município em estudo, estas amostras foram levadas aos laboratórios de química da UFERSA – Caraúbas e de solos UFERSA - Mossoró, para serem analisadas de acordo com as normas preconizadas pela ANVISA e os critérios estabelecidos pela legislação e o Código de Proteção e Defesa do Consumidor, Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005, Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde. De acordo com os resultados, podemos concluir que a água mineral comercializada nos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN, de forma geral, estão em conformidade com os parâmetros físico-químicos exigidos pela legislação brasileira vigente, indicando que a água mineral é apta para o consumo humano.

Palavras-chave: Água mineral, potabilidade, saúde pública.

ABSTRACT

The semi-arid region of Brazil, which makes up about 12% of the country's land area, is characterized by low vegetation and irregular rainfall, resulting in an annual hydrological deficit of approximately 20 billion cubic meters. The situation is exacerbated by inadequate water supply infrastructure, forcing communities to rely on illegal water sources. Although social technologies like desalination and cisterns have been introduced, the scarcity of potable water still exists, particularly in northern municipalities. As a result of the population's search for alternatives, the use of mineral water has increased. Consequently, there has been a rise in efforts to provide high-quality mineral water at affordable prices. However, the growing demand has led many companies to overlook the quality standards required by law. In this context, this research aimed to investigate the physicochemical quality of mineral water sold at chafarizes in the municipality of Frutuoso Gomes, Rio Grande do Norte. Samples of mineral water sold at the chafarizes in the studied municipality were collected and taken to the chemistry laboratories of UFERA - Caraúbas and the soil laboratory of UFERSA - Mossoró, to be analyzed according to the standards set by ANVISA and the criteria established by legislation, including the Consumer Protection Code, Ministry of Health Ordinance No. 2914 of 2011, CONAMA Resolution No. 357 of March 17, 2005, CONAMA Resolution No. 396 of 2008, and Ministry of Health Consolidation Ordinance No. 5/2017. According to the results, we can conclude that the mineral water sold at the chafarizes in the municipality of Frutuoso Gomes – RN, in general, complies with the physicochemical parameters required by current Brazilian legislation, indicating that the mineral water is suitable for human consumption.

Keywords: Mineral water, potability, public health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Chafariz Eletrônico.	18
Figura 2- Esquema de funcionamento simplificado de um Chafariz eletrônico.....	20
Figura 3- Localização da cidade de Frutuoso Gomes.	23
Figura 4- Mapa do estado do Rio Grande do Norte, em destaque o município de Frutuoso Gomes.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINAM	Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais.
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia.
INSA	Instituto Nacional do Semiárido.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
OMS	Organização Mundial da Saúde.
RN	Rio Grande do Norte.
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.....	33
Gráfico 2- Teores médios de sólidos dissolvidos totais ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.....	34
Gráfico 3- Teores médios de salinidade (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN	36
Gráfico 4- Teores médios de potássio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN	37
Gráfico 5- Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN	38
Gráfico 6- Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.....	40
Gráfico 7- Valores médios de turbidez total (NTU) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.....	41
Gráfico 8- Teores médios de oxigênio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN	43
Gráfico 9- Teores médios de cálcio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes– RN	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVO GERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO NUMERAR INTEN	Erro! Indicador não definido.
2.2. MUNICÍPIO DE FRUTUOSO GOMES – RIO GRANDE DO NORTE	23
2.3 DESAFIOS DO ACESSO À ÁGUA POTÁVEL	17
2.4 CHAFARIZ ELETRÔNICO.....	17
2.5 FUNCIONAMENTO.....	19
2.6 ARMAZENAMENTO DA ÁGUA	21
2.7 SISTEMA DE REABASTECIMENTO DOS CHAFARIZES	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 LOCAL DA PESQUISA.....	24
3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES.....	25
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	25
3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	26
3.4.1 PH.....	27
3.4.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	27
3.4.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS.....	27
3.4.4 SALINIDADE.....	27
3.4.5 POTÁSSIO.....	28
3.4.6 SÓDIO.....	28
3.4.7 CLORETOS.....	28
3.4.8 DUREZA TOTAL.....	28
3.4.9 TURBIDEZ.....	29
3.4.10 OXIGÊNIO DISSOLVIDO	29
3.4.11 CÁLCIO	29
3.4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	32
4.2 PH	32

4.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT)	34
4.4 SALINIDADE	36
4.5 POTÁSSIO (K)	37
4.6 CLORETOS	38
4.7 DUREZA TOTAL - (CaCO₃ (MG/L))	39
4.8 TURBIDEZ	41
4.9 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	42
4.10 CÁLCIO	44
4.11 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	45
5. CONCLUSÃO	Erro! Indicador não definido.
6. REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

A água é o bem mais precioso que temos no nosso planeta Terra, especialmente no que se refere ao consumo, pois os animais e os seres humanos necessitam de sua ingestão diária, o que a torna condição para a continuidade da vida. A água é um meio fundamental para a sobrevivência e desenvolvimento dos seres vivos, como também para a área industrial, além disso é uma substância bastante abundante na Terra. (Souza, 2023). É um recurso indispensável para a vida humana e desempenha um papel vital em diversas atividades essenciais, como beber, cozinhar, higiene pessoal e agrícola.

A qualidade da água potável é uma questão fundamental para a saúde pública e o bem-estar das comunidades. No município de Frutuoso Gomes, localizado no estado do Rio Grande do Norte, a água mineral é frequentemente comercializada através de chafarizes eletrônicos, que se apresentam como uma alternativa prática e acessível para a população. Contudo, garantir que essa água atenda aos padrões de qualidade físico-química é vital para evitar doenças e promover a saúde da população consumidora deste município.

A presença de contaminantes na água, sejam eles de origem natural ou resultantes de atividades humanas, pode comprometer a potabilidade e representar sérios riscos à saúde pública. Assim, é imperativo que as características de qualidade da água, tais como níveis de pH, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza total, turbidez, potássio, sódio e salinidade, sejam monitoradas regularmente. Esses parâmetros devem estar dentro dos limites aceitáveis estabelecidos por normas e regulamentos, como a RDC 182/2017 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, e a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, entre outras diretrizes pertinentes.

Esse trabalho tem princípio de avaliar a qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes no município de Frutuoso Gomes – RN. Para isso, será realizada uma série de análises laboratoriais minuciosas para medir diversos parâmetros físico-químicos de qualidade da água mineral comercializada.

Além de avaliar a qualidade da água, este estudo propõe sugerir medidas para melhorar a qualidade da água comercializada nesses estabelecimentos, garantindo assim que a população consumidora tenha acesso a um recurso hídrico seguro, de alta qualidade e confiável. As reco-

mendações resultantes deste estudo visam não apenas melhorar a segurança hídrica em Frutuoso Gomes, mas também servir como modelo para outras comunidades que enfrentam desafios semelhantes em relação ao fornecimento de água potável para sua população.

Por fim, este trabalho pretende contribuir para uma melhor compreensão da importância do controle de qualidade da água mineral comercializada neste município, destacando a necessidade de políticas públicas eficazes e de uma fiscalização rigorosa para assegurar a saúde e o bem-estar da população consumidora. A disseminação dos resultados e das recomendações deste estudo pode incentivar ações corretivas e preventivas, reforçando a responsabilidade compartilhada entre autoridades, comerciantes e consumidores na manutenção da qualidade da água mineral comercializada.

1.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a potabilidade da água mineral vendida nos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN, segundo a legislação vigente;
- Realizar as análises físico-químicas de pH, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza total, oxigênio dissolvidos, turbidez, potássio, sódio e salinidade nas amostras de água mineral comercializada;
- Comparar os valores obtidos com os apresentados na legislação vigente;
- Identificar as possíveis fontes de contaminação que possam comprometer a qualidade da água mineral comercializada;
- Sugerir medidas que possam trazer melhorias a qualidade da água mineral comercializada em chafarizes;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O semiárido brasileiro é uma região que cobre cerca de 12% do território nacional, abrangendo 1.427 municípios distribuídos em 11 estados, principalmente na região Nordeste, além de partes do norte de Minas Gerais e Espírito Santo. Esta região é marcada por um clima semiárido, caracterizado por uma baixa umidade, chuvas escassas e irregulares, e altas taxas de evaporação devido às elevadas temperaturas (Soares, 2023).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), a região semiárida brasileira enfrenta um déficit hídrico anual de aproximadamente 20 bilhões de metros cúbicos, o que representa cerca de 15% do total de água disponível no país. A baixa produtividade dos aquíferos locais também complica a obtenção de água para consumo humano e atividades produtivas. A escassez hídrica é agravada pela elevada taxa de evaporação nos reservatórios durante os longos períodos de estiagem. (ANA, 2020)

A infraestrutura deficiente para o abastecimento de água no semiárido brasileiro é um dos principais obstáculos enfrentados pelas comunidades locais. A ausência de sistemas adequados de captação, armazenamento e distribuição de água potável contribui para que muitas famílias recorram a fontes não seguras e inadequadas para o consumo humano. Essa situação não só compromete a saúde da população, mas também limita as possibilidades de desenvolvimento econômico e social da região (MDR, 2021).

Para lidar com os desafios da escassez hídrica, diversas tecnologias sociais têm sido desenvolvidas e implementadas. Entre elas, destacam-se as cisternas de placas para armazenamento de água da chuva, barragens subterrâneas e sistemas de dessalinização de água salobra. Essas tecnologias são adaptadas às condições locais e visam garantir a disponibilidade de água durante os períodos de estiagem. Estudos mostram que a adoção dessas soluções tem melhorado significativamente a resiliência das comunidades locais (UFRJ, 2023).

A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas do semiárido, porém, são extremamente vulneráveis à variabilidade climática e à escassez de água. A falta de irrigação adequada e a baixa disponibilidade de água impactam diretamente a produtividade agrícola, resultando em perdas econômicas substanciais. O uso de técnicas de manejo sustentável, como a agroecologia, tem sido promovido como uma alternativa para aumentar a resiliência dos sistemas produtivos locais (Pena et al., 2021).

As políticas públicas desempenham um papel crucial na mitigação dos efeitos da seca no semiárido. Programas governamentais, como o Programa Cisternas e o Projeto São Francisco, visam melhorar o acesso à água e promover a segurança hídrica na região. Essas iniciativas incluem a construção de cisternas, a implementação de sistemas de irrigação eficientes e o apoio à adoção de práticas agrícolas sustentáveis. A eficácia desses programas depende da continuidade do investimento e da capacitação das comunidades para a gestão dos recursos hídricos (ANA, 2020).

A educação e a conscientização ambiental são fundamentais para promover o uso racional e sustentável da água no semiárido. Programas educativos voltados para a gestão dos recursos hídricos, a conservação do solo e a adoção de tecnologias sustentáveis são essenciais para formar cidadãos conscientes e preparados para enfrentar os desafios da escassez hídrica. Além disso, a inclusão desses temas nos currículos escolares pode gerar mudanças significativas nas práticas de uso da água pelas futuras gerações (Matos, 2023).

A escassez de água potável e as condições inadequadas de saneamento básico têm sérias implicações para a saúde pública no semiárido. A falta de acesso a água limpa e segura está associada a altos índices de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, cólera e hepatite A. Melhorar a infraestrutura de saneamento e garantir o acesso a água de qualidade são medidas essenciais para reduzir a incidência dessas doenças e melhorar a qualidade de vida das populações locais (Gasparini, 2020).

A pesquisa científica e a inovação tecnológica são fundamentais para o desenvolvimento de soluções eficazes para a gestão dos recursos hídricos no semiárido. Instituições de pesquisa e universidades têm um papel crucial na criação de novas tecnologias e práticas de manejo sustentável que possam ser adotadas pelas comunidades locais. Investir em pesquisa e desenvolvimento é essencial para promover a adaptação às mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade hídrica da região (Lucena, 2023).

2.3 Desafios do acesso à água potável.

O acesso à água potável continua sendo um grande obstáculo em muitas partes do mundo, especialmente em áreas com escassez hídrica. De acordo com ONU (Organização das Nações Unidas), cerca de 2,2 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável e 3,5 bilhões não têm acesso os serviços de saneamento seguros. (ONU, 2021).

Uma das principais razões é a carência de investimento em infraestrutura de água, o que pode resultar na falta de água em regiões com pouca chuva durante períodos de seca. Além disso, a distribuição e o uso dos recursos hídricos entre diferentes áreas e grupos sociais também contribuem para o acesso inadequado à água potável. (ONU, 2021).

O acesso à água potável enfrenta diversos desafios, que podem variar conforme a região e a situação socioeconômica de cada local. A seguir serão apresentados alguns pontos principais do desafio do acesso à água potável: A importância da água para o abastecimento público é fundamental em todas as regiões do mundo, mas no Nordeste brasileiro essa questão se torna ainda mais crucial, devido ao clima semiárido que predomina na região e à escassez de chuvas. A água é um recurso essencial para a vida humana, sendo utilizada não apenas para o consumo direto, mas também para a produção de alimentos, para a indústria e para a geração de energia (ONU, 2021)

2.4 Chafariz eletrônico

A utilização de chafarizes eletrônicos para fornecer água potável tem se tornado uma perspectiva cada vez mais comum em todo o mundo (Omura et al., 2017). Esses chafarizes são projetados para fornecer água limpa e segura para comunidades carentes, que muitas vezes não têm acesso a água potável de qualidade (Figura 1). Neste texto, serão apresentadas algumas perspectivas importantes sobre a utilização de chafarizes eletrônicos e suas implicações para a gestão da água.

Figura 1 - Chafariz Eletrônico.



Fonte: Jair Sampaio, 2023.

Uma das principais perspectivas positivas sobre a utilização de chafarizes eletrônicos é que eles podem ajudar a garantir o acesso à água potável para comunidades carentes (Gupta et al., 2020). Esses chafarizes são projetados para serem acessíveis e fáceis de usar, o que significa que as pessoas que antes dependiam de fontes de água insalubres agora têm acesso a água limpa e segura. Além disso, os chafarizes eletrônicos geralmente são conectados a uma rede de monitoramento, o que significa que é possível rastrear o uso da água e identificar áreas onde a demanda é maior.

Outra perspectiva positiva sobre a utilização de chafarizes eletrônicos é que eles podem ajudar a reduzir a dependência de fontes de água insalubres, como poços contaminados ou rios poluídos (Fonseca et al., 2019). Isso pode levar a melhorias significativas na saúde das comunidades, pois a água contaminada é uma das principais causas de doenças em todo o mundo. Além disso, a redução da dependência de fontes de água insalubres pode ajudar a proteger o meio ambiente, reduzindo a poluição da água e a degradação do ecossistema.

Embora a utilização de chafarizes eletrônicos tenha muitas perspectivas positivas, há também desafios que precisam ser enfrentados. Um dos principais desafios é garantir a sustentabilidade financeira dos chafarizes eletrônicos, pois eles precisam ser mantidos e operados adequadamente para garantir que continuem a fornecer água potável (Scott et al., 2018). Além disso, é importante garantir que os chafarizes eletrônicos sejam projetados para atender às necessidades específicas das comunidades em que são instalados, para garantir que sejam eficazes e eficientes.

Em resumo, a utilização de chafarizes eletrônicos para fornecer água potável tem muitas perspectivas positivas e pode ajudar a melhorar a qualidade de vida de comunidades carentes em todo o mundo (Omura et al., 2017; Gupta et al., 2020; Fonseca et al., 2019; Scott et al., 2018).

Os chafarizes eletrônicos são equipamentos desenvolvidos para fornecer água potável à população de forma segura e acessível. Esses equipamentos funcionam por meio de sistemas de purificação de água, que retiram impurezas e garantem a qualidade da água que é distribuída. Essa tecnologia vem sendo cada vez mais utilizada em áreas urbanas e rurais onde o acesso à água potável é limitado ou inexistente.

Além disso, os chafarizes eletrônicos podem ser uma solução para a falta de água em regiões afetadas pela seca e escassez hídrica. A instalação desses equipamentos em áreas urbanas podem ser uma opção para diminuir a demanda de abastecimento público e a sobrecarga dos sistemas de distribuição. Em áreas rurais, esses equipamentos podem ser utilizados como fonte de abastecimento para a população e para a produção agrícola.

2.5 Funcionamento

Um chafariz eletrônico (Figura 2) é um dispositivo que utiliza componentes eletrônicos para controlar a vazão de água e criar efeitos decorativos. O seu funcionamento começa com a chegada da água ao reservatório do chafariz. Nesse reservatório, existe um dispositivo de controle que regula a entrada de água e garante que o nível de água seja mantido constante (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), (ABNT NBR 6023, 2018).

A partir daí, a água é bombeada para os bicos ou aspersores do chafariz, que são controlados eletronicamente para criar diferentes padrões e efeitos. Os sistemas eletrônicos utilizados em um chafariz variam de acordo com o modelo e a complexidade do equipamento, mas em geral incluem sensores de nível de água, válvulas solenoides, controladores de velocidade para as bombas e circuitos de controle que determinam a frequência e a intensidade dos jatos de água.

Alguns modelos de chafariz eletrônico também podem incluir luzes LED e sistemas de som, que aumentam o efeito visual e a experiência sensorial do equipamento (ABNT NBR 6023, 2018).

Figura 2- Esquema de funcionamento simplificado de um Chafariz eletrônico (Visão Interna).



Fonte: EletroSol.com, 2023.

Estes sistemas têm sido utilizados como uma estratégia comercial para empresas que desejam associar sua imagem a ações de responsabilidade social e sustentabilidade, além de promoverem sua marca de forma positiva. A instalação desses equipamentos em locais públicos, como praças e parques, permite que as empresas tenham uma maior visibilidade e alcance junto à população, associando sua marca a uma ação positiva e de utilidade pública.

Além disso, empresas de engenharia e tecnologia que desenvolvem e comercializam os chafarizes eletrônicos têm a oportunidade de atuar em um mercado em ascensão, que busca soluções para a crise hídrica e a escassez de recursos naturais. Essas empresas podem oferecer

projetos personalizados e tecnologias inovadoras, além de serviços de manutenção e monitoramento dos equipamentos.

Segundo um estudo realizado pela empresa de consultoria McKinsey & Company, o mercado global de tecnologias para a gestão de recursos hídricos deve crescer cerca de 6% ao ano até 2025, impulsionado pela crescente demanda por soluções para o gerenciamento de recursos hídricos em áreas urbanas e rurais. Nesse contexto, os chafarizes eletrônicos surgem como uma alternativa viável e sustentável para o abastecimento de água em áreas públicas, e podem ser uma oportunidade de negócio para empresas que atuam no setor (McKinsey & Company. 2019).

2.6 Armazenamento da água

O armazenamento de água e o sistema de reabastecimento dos chafarizes são importantes aspectos para garantir o abastecimento de água potável em comunidades urbanas. De acordo com o estudo realizado por Silva et al. (2019), é essencial que os reservatórios de água sejam projetados e construídos de forma a garantir a qualidade da água armazenada e prevenir a contaminação.

Para isso, é importante que o reservatório seja construído com materiais adequados e que o sistema de captação, armazenamento e distribuição da água seja mantido em boas condições de higiene e limpeza. Além disso, é fundamental que a água seja tratada antes de ser armazenada, para garantir a sua qualidade.

De acordo com o estudo de Santos et al. (2020), o sistema de reabastecimento dos chafarizes deve ser planejado de forma a garantir a distribuição equitativa de água em todas as áreas da comunidade. Para isso, é necessário que o sistema seja capaz de monitorar a quantidade de água disponível no reservatório e distribuí-la de forma eficiente.

Além disso, é importante que o sistema de reabastecimento seja capaz de garantir a continuidade do fornecimento de água, mesmo em situações de emergência ou interrupções no fornecimento de energia elétrica. Para isso, pode ser necessário incluir um sistema de backup, como geradores de energia ou sistemas de armazenamento de energia.

De acordo com vários autores da área de estudo, existem algumas práticas que devem ser adotadas para garantir um armazenamento adequado da água. Uma das principais práticas é

garantir que o reservatório de armazenamento seja construído com materiais de alta qualidade e que sejam resistentes à corrosão, para evitar a contaminação da água por metais ou outros elementos. Também é importante manter o reservatório em boas condições de higiene e limpeza, realizando a limpeza e desinfecção do reservatório regularmente, para prevenir a proliferação de bactérias e outros micro-organismos.

Outra prática importante é garantir que a água armazenada seja tratada adequadamente antes do armazenamento, para garantir a sua qualidade e potabilidade. Isso pode incluir a utilização de cloro ou outros produtos químicos para eliminar os micro-organismos presentes na água. Se faz essencial garantir a vedação adequada do reservatório, para evitar a entrada de insetos, animais ou outras fontes de contaminação na água armazenada.

Finalmente, é importante que o sistema de armazenamento de água seja capaz de suportar a demanda da comunidade atendida, garantindo o fornecimento adequado de água em todos os momentos.

2.7 Sistema de reabastecimento dos chafarizes

O abastecimento de um chafariz eletrônico por meio de caminhões-pipa é uma prática emergencial que visa fornecer água potável em regiões onde não há rede pública de abastecimento de água (Silva, 2023).

O sistema eletrônico do chafariz pode controlar o processo de abastecimento, medindo o nível de água no reservatório e enviando um sinal para o carro-pipa quando é necessário realizar o reabastecimento. É importante ressaltar que antes do abastecimento, deve-se garantir a qualidade da água transportada por meio de análises e testes para verificar a potabilidade e a ausência de elementos contaminantes (Souza, 2023).

Vale destacar que o ideal é que as comunidades tenham acesso à rede pública de abastecimento de água, garantindo um fornecimento regular e seguro de água potável, e que o abastecimento por caminhões-pipa deve ser utilizado apenas como solução emergencial (Paiva, 2024).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Município de Frutuoso gomes – Rio Grande do Norte.

A cidade de Frutuoso Gomes está localizada na região oeste do Rio Grande do Norte, conforme a Figura 3, mais precisamente na microrregião de Umarizal, localizada a 344km da capital do estado, Natal. A cidade tornou-se município no dia 20 de dezembro de 1963, quando se desmembrou definitivamente do município de Martins (Frutuoso Gomes); De acordo com a divisão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população na cidade de Frutuoso Gomes era de 4.122 habitantes. As principais atividades econômicas são: agropecuária e comércio local. (IBGE, 2023)

De acordo com dados Instituto água e saneamento apenas 81,05% da população é abastecida pela Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN), ficando abaixo da média estadual que está em 84,87% e também atrás da média do país que é de 84,20% (CAERN, 2020).

Figura 3- Localização da cidade de Frutuoso Gomes.

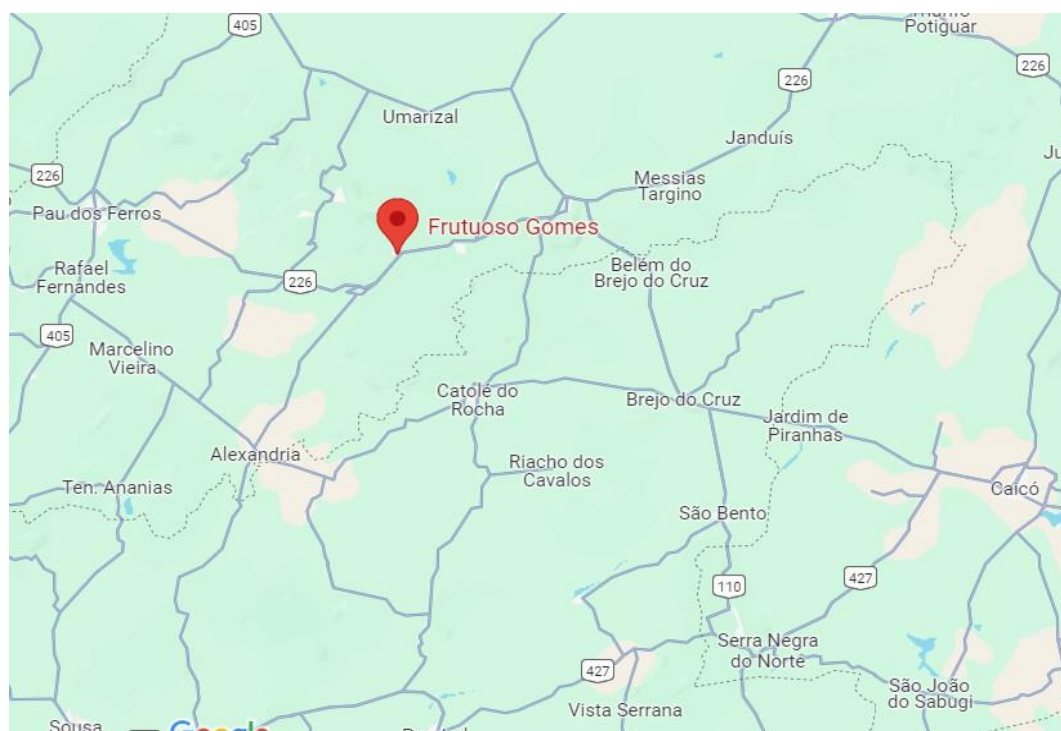


Fonte: Family Search, (2024)

3.2 Local da pesquisa

A área de estudo foi o município de Frutuoso Gomes – RN, localizado no estado do Rio Grande do Norte, conforme apresentado na Figura 4, na microrregião de Umarizal. Município que segundo dados adquiridos pelo censo 2022 do IBGE possui uma área territorial de 63,28 km², cerca de 4.122 mil habitantes e uma densidade demográfica de 64,3 habitantes/km². (IBGE 2022)

Figura 4- Mapa do estado do Rio Grande do Norte, em destaque o município de Frutuoso Gomes.



Fonte: Google, (2024).

3.3 Identificação e caracterização dos chafarizes

Para a identificação e caracterização dos chafarizes, foram realizadas visitas locais de venda de água mineral (chafariz). Durante essas visitas, diversas informações foram observadas e registradas, incluindo a identificação da fachada, relatórios de qualidade da água, presença de alvará sanitário ou licença de funcionamento e condições do local de armazenamento. O objetivo era identificar fatores que pudessem influenciar na qualidade da água mineral comercializada pelo estabelecimento.

Os dados coletados englobaram diversos aspectos detalhados, como a localização e condições do armazenamento da água mineral vendida, o uso ou não de tampas de proteção nos recipientes, a fonte de fornecimento da água mineral e o processo de transporte utilizado para o reabastecimento. Além disso, foi examinada a forma de retirada da água dos recipientes, a aplicação de métodos de tratamento adicionais como cloração e filtração, e a frequência de lavagens dos reservatórios, visando garantir a manutenção da qualidade da água.

Também foram analisados os aspectos sanitários gerais dos locais visitados, incluindo a limpeza e organização do ambiente, bem como a observância das normas sanitárias vigentes; O levantamento dessas informações foi fundamental para compreender os possíveis impactos na qualidade da água mineral fornecida aos consumidores no município de Frutuoso Gomes – RN, e para assegurar que os pontos de venda seguissem as práticas de higiene e segurança conforme determinado pela legislação.

3.4 Coleta das amostras de água

A coleta das amostras de água mineral foi realizada durante os meses de fevereiro a agosto de 2024, no período da manhã, de acordo com as recomendações descritas no Standard Methods (2012) e segundo a metodologia do Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009).

As amostras foram identificadas pelas letras “C” maiúscula (Chafariz), seguido de um número referente e seu proprietário, com um rótulo padrão informando data, hora e numeração

da amostra. As amostras de água mineral coletadas foram acondicionadas em garrafas com capacidade de 1000 ml, previamente esterilizadas adequadas para este fim, em seguida foram colocadas em caixa térmica com gelo e levadas para o laboratório de Química da UFRSA campus de Caraúbas e laboratório de Solos e Qualidade de Água da UFRSA - Mossoró, sendo estas mantidas sob refrigeração até a realização das análises de qualidade físico-químicas.

3.4 Análises físico-químicas

Para determinação da qualidade físico-químicos foram analisados os seguintes parâmetros: pH que teve seu resultado, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza total, oxigênio dissolvidos, turbidez, potássio, sódio e salinidade;

Os valores de pH variaram entre 6,8 e 7,2, indicando que a água está levemente ácida a neutra, dentro da faixa recomendada pela portaria nº 2914/2011, que estabelece um pH entre 6,0 e 9,5 para a potabilidade. A salinidade foi relativamente baixa, com valores de 0,3 e 0,25, sugerindo uma baixa presença de sais dissolvidos, compatível com água doce.

Os níveis de potássio (4,2 e 3,86 mg/L) e o sódio (63,0 e 49,51 mg/L) também estão dentro de padrões adequados para água de consumo humano. Os teores de cloretos, 13,0 e 12,1 mg/L, estão bem abaixo do limite máximo de 250 mg/L estabelecido pela portaria, o que confirma a qualidade da água quanto a este parâmetro.

A dureza total foi medida em 68,0 e 61,11 mg/L, indicando água moderadamente dura, porém dentro dos padrões de potabilidade. A turbidez, com valores de 0,3 e 0,25 NTU, está abaixo do limite máximo permitido de 5,0 NTU, o que demonstra a clareza da água.

Os sólidos dissolvidos totais (37,0 e 33,52 mg/L) estão em concentração baixas, sugerindo uma água limpa e com poucas e com poucas impurezas dissolvidas. O oxigênio dissolvido foi de 11,0 e 10,22 mg/L, o que é um valor elevado e demonstra que a água tem uma boa capacidade de manter organismos aquáticos.

A concentração de cálcio foi de 81,0 e 79,11 mg/L, contribuindo para a dureza total da água. Finalmente, a condutividade elétrica (92,30 e 71,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$) reflete a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, sendo um indicador da presença de íons dissolvidos. Esses valores são considerados baixos, correspondendo à baixa salinidade e à presença controlada de minerais na água.

Todos os procedimentos analíticos foram realizados nos laboratório de laboratório de Química da UFERSA campus de Caraúbas e laboratório de Solos e Qualidade de Água da UFERSA - Mossoró, de acordo às diretrizes e metodologias recomendadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999), manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2009) e Instrução Normativa SDA nº 04, de 16 de dezembro de 2013 estabelecidas pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

3.4.1 PH

As medidas de pH foram realizadas em um medidor multiparâmetros AZ 8603 da marca water quality meter, previamente calibrado com soluções tampão ácido de $4,00 \pm 0,01$, $7,00 \pm 0,01$ e básico de $10,00 \pm 0,01$.

3.4.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade também foi medida pelo medidor multiparâmetros AZ 8603 da marca water quality meter, calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl) $12,88 \mu\text{S}/\text{cm} - 1 \pm 0,5\%$, a temperatura de 25°C foi considerada como padrão.

3.4.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

Os valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) foram estimados a partir dos valores de condutividade elétrica (CE) pela equação (1) (OLIVEIRA et al., 2009; APHA, 1999; CASALI, 2008), tais valores são expressos em mg.L^{-1} .

$$SDT (\text{mg.L}^{-1}) = 0,64.CE (\mu\text{S.cm}^{-1}) \quad \text{Eq. (1)}$$

3.4.4 SALINIDADE

Os valores de salinidade também foram quantificados pelo multiparâmetros AZ 8603 da marca water quality meter, a calibração da condutividade se aplica.

3.4.5 POTÁSSIO

As medidas de potássio foram realizadas em um fotômetro de chamas modelo Luca 7000 da marca Lucadema Procendência. Calibrado com solução de 1:100 com concentração 140 mmol/L de K.

3.4.6 SÓDIO

As medidas de sódio também foram realizadas no fotômetro de chamas modelo Luca 7000 da marca Lucadema Procendência. Calibrado com solução de 1:100 com concentração de 5,0 mmol/L de Na.

3.4.7 CLORETOS

Na determinação do teor de cloreto foi utilizado a volumetria de precipitação com nitrato de prata (AgNO_3) pelo método de Mohr. Os cálculos da concentração de cloreto foram obtidos por meio da equação 2 (FUNASA, 2009).

Cloreto

$$= \frac{\text{Volume de } \text{AgNO}_3(\text{mL}). \text{Concentração de } \text{AgNO}_3(\text{mol. L}^{-1}). 35,45}{\text{Volume da amostra em (mL)}} \quad \text{Eq. (2)}$$

3.4.8 DUREZA TOTAL

Para determinação da dureza foi utilizado o método clássico de volumetria de complexação utilizando o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). O volume utilizado na titulação foi utilizado na equação (2.0) (FUNASA, 2009) para determinação dos resultados.

$$DT (\text{mg. l}^{-1}) = \frac{V_{\text{gasto de EDTA}} \cdot f_{\text{Ca}} \cdot 1000}{\text{volume amostra}} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde: $f_{\text{Ca}} = \text{molaridade do EDTA} \cdot \text{MM CaCO}_3$

3.4.9 TURBIDEZ

Os valores de turbidez para as amostras foram medidos em um turbidímetro modelo DLA-CF da marca DEL LAB, previamente calibrados com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU.

3.4.10 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As medidas de oxigênio dissolvidas foram realizadas em um medidor multiparâmetros AZ 8603 da marca water quality meter, calibração feita ao ar.

3.4.11 CÁLCIO

Para determinação de Cálcio foi utilizado o método clássico de volumetria de complexação utilizando o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). O volume utilizado na titulação foi utilizado na equação (2.0) (FUNASA, 2009) para determinação dos resultados.

$$\text{Cálcio (mg.l}^{-1}\text{)} = \frac{V_{\text{gasto de EDTA}} \cdot f_{\text{Ca}} \cdot 1000}{\text{volume amostra}} \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde: $f_{\text{Ca}} = \text{molaridade do EDTA} \cdot \text{MM Ca}$

3.4.12 Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por 1000 ml de água mineral proveniente do chafariz. Os dados foram analisados utilizando-se o programa Sistema para Análise de Variância (SISVAR), da Universidade Federal de Lavras (Ferreira, 2000) e as médias comparadas através do teste de Tukey (5%) de probabilidade (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme observado na Tabela 1, todos os chafarizes utilizam caixa de PVC com tampa de proteção para o armazenamento de água mineral; todos também utilizam bomba automática como forma de retirar a água; quanto ao tratamento da água mineral vendida, este não é realizado em nenhum dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN, o que pode vir a comprometer sua qualidade caso essa água chegue ao estabelecimento com algum tipo de contaminação. Ambos os chafarizes não possuíam laudo de qualidade da água e ou alvará de funcionamento.

Tabela 1 – Caracterização dos chafarizes do município de Frutuoso gomes-RN.

Chafariz	Características						
	Material de armazenamento da água	Tampa de proteção	Forma de retirada da água	Utilização de método de tratamento	Alvará ou Licença de funcionamento	Laudo de qualidade da água	Tratamento
C 1	Caixa PVC	Sim	A	Não	Não	Não	Não
C.2	Caixa PVC	Sim	A	Não	Não	Não	Não

M*- Manualmente; A – Automática Bomba centrífuga; PVC - Policloreto de polivinila;

Fonte: Autoria própria, 2024.

Os resultados da pesquisa indicaram que a maioria dos parâmetros analisados estão em conformidade com os limites estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde. No entanto, a pesquisa identificou a ausência de tratamento da água, Alvará, Licença de funcionamento e Laudo de qualidade da água, em todos os chafarizes objeto do estudo. Essas informações são cruciais para regularização do funcionamento dos chafarizes, conforme estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde.

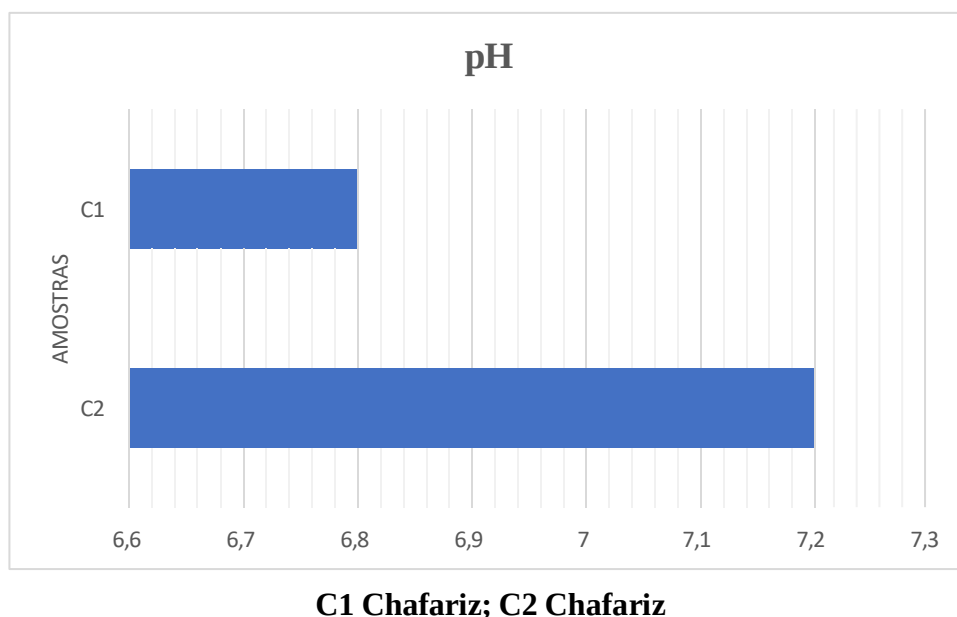
4.1 Análises físico-químicas

Os valores obtidos para os parâmetros físico-químicos foram comparados com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira vigente, Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, através da Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005 e Resolução CONAMA nº 396 de 2008, Instrução Normativa SDA nº 04, de 16 de dezembro de 2013 estabelecidas pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde. Alguns parâmetros analisados foram discutidos com base em legislação internacional por não serem contemplados pela legislação nacional.

4.2 pH

A água mineral comercializada na região do município de Frutuoso Gomes – RN apresentou pH levemente ácido, condição essa de acordo com as características das fontes de água da região; os teores médios de pH das amostras de água dos chafarizes, variaram entre 6,8 e 7,2 estando em conformidade com os parâmetros estipulados pela legislação, segundo a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde que estabelece valores de 6,0 a 9,0 como pH adequado para água potável e consumo humano (Gráfico 1);

Gráfico 1- Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



Fonte: Autoria própria.

O parâmetro pH expressa a concentração do íon hidrogênio e a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução; O pH é um importante aliado na avaliação da qualidade da água sendo este influenciado por processos biológicos e químicos dentro do corpo da água, esse parâmetro não oferece riscos à saúde, mas deve ser monitorado melhorando os processos de tratamento, preservando as tubulações contra corrosões e auxiliando no controle da desinfecção (CHAGAS, 2016).

Um pH básico pode indicar a presença de minerais como cálcio e magnésio na água, que podem ser benéficos para a saúde. No entanto, um pH muito alto ou muito baixo pode ser prejudicial à saúde e deve ser monitorado regularmente.

Estudos sobre o mesmo tema, que examinaram a qualidade da água mineral, focando especificamente na medição do pH como um indicador crucial, pressupõe que este quantifica a concentração de íons de hidrogênio (H^+), servindo como um barômetro da acidez ou alcalinidade da água, um fator crítico na avaliação de sua qualidade e adequação para consumo humano (ROBERTA, 2023).

Estudos sobre a qualidade da água mineral vendida em chafarizes no município de Catolé do Rocha - PB, indicaram que água comercializada possui um pH neutro 7,01, denotando um equilíbrio entre íons H^+ e íons hidroxila (OH^-), geralmente considerado ideal para consumo,

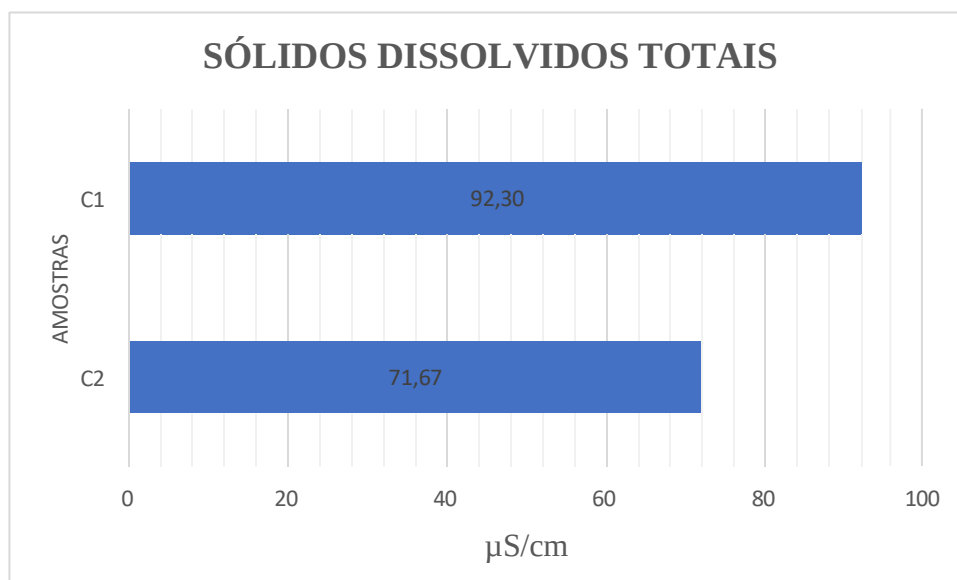
uma vez que não apresenta os riscos potenciais à saúde associados à água ácida ou excessivamente alcalina (SOUSA, 2023.)

Já em contraste a pesquisa realizada em Caraúbas - RN, sobre a qualidade da água mineral vendida em chafarizes evidenciou uma acidez da água comercializada, valores de pH variando entre 5,81 a 6,62 podendo esta ser atribuída a fatores regionais específicos, como a composição geológica do solo, que pode resultar na lixiviação de minerais ácidos para a água (COELHO, 2023).

4.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os valores médios encontrados para SDT estão em um intervalo de variação de 92,3 $\mu\text{S/cm}$ ou (46,15 mg/L) a 71,67 $\mu\text{S/cm}$ ou (35,83 mg/L), conforme indicado abaixo no (Gráfico 2). Utilizou se para conversão a proporção de 1 micro Siemens / centímetro [$\mu\text{S/cm}$] = 0,5 TDS, partes por milhão (mg/L).

Gráfico 2- Teores médios de sólidos dissolvidos totais ($\mu\text{S/cm}$) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



C1 Chafariz; C2 Chafariz

Fonte: Autoria própria.

O ministério da saúde, com a consolidação da portaria nº 5, de 28 de setembro de 2017, estabeleceu padrões para a quantidade de sólidos dissolvidos totais (SDT) presentes na água mineral. Essa legislação limita os SDT a 1.000 mg/L (miligrama por litro) na água destinada ao consumo humano para garantir a potabilidade e evitar riscos à saúde.

Os sólidos dissolvidos totais referem-se à soma de todos os minerais, sais, metais, cátions e ânions presentes na água, como cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, cloreto e sulfato. Embora a ingestão de alguns desses componentes seja essencial em pequenas quantidades para o funcionamento adequado do organismo, a presença de níveis elevados pode comprometer o sabor da água e, em alguns casos, trazer risco à saúde. Por exemplo, concentrações excessivas de certos minerais podem resultar em problemas renais ou outras complicações a longo prazo (JÚNIOR, *et al*, 2024).

Fazendo um comparativo entre estudos realizados nas regiões próximas (Caraúbas e Catolé do Rocha), os níveis de SDT mantiveram-se abaixo do limite máximo de 1000 mg/L estabelecido pela legislação brasileira para água potável. Apesar de estarem dentro dos limites de segurança, a variação nos valores de SDT entre os municípios sugere a influência de fatores locais, como a geologia do solo e a presença de atividades humanas, na composição química da água.

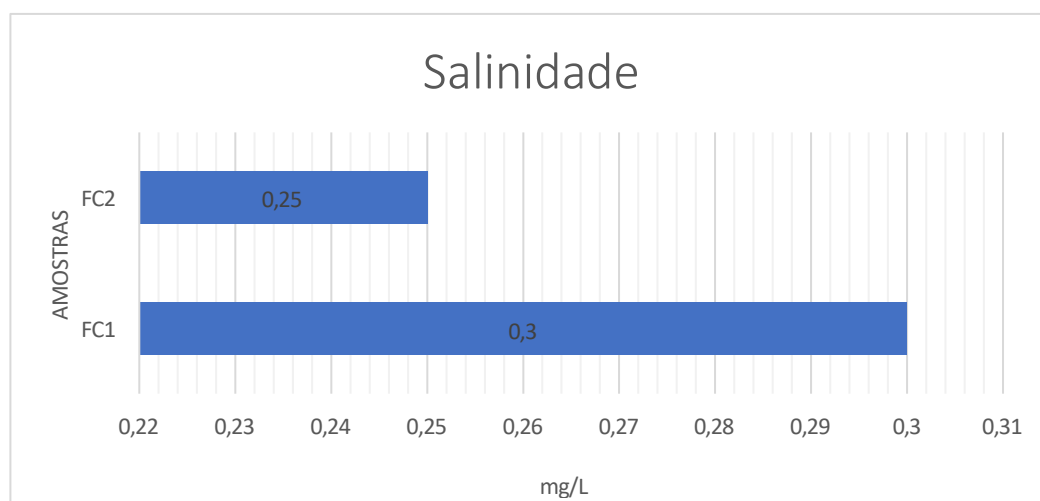
A presença de SDT na água, mesmo em níveis considerados seguros, pode afetar suas características organolépticas, como o sabor, e impactar a saúde humana em longo prazo. Concentrações elevadas de SDT podem conferir um sabor desagradável à água, tornando-a salobra. Além disso, o consumo contínuo de água com alto teor de SDT pode estar associado a problemas de saúde, como a formação de cálculos renais, especialmente em indivíduos predispostos (COELHO, 2023).

Neste estudo, todas as amostras analisadas atenderam aos padrões de qualidade da legislação, como a Portaria n.º 888/2021; Os resultados desta pesquisa realçam a importância de um monitoramento constante da qualidade da água, incluindo a análise regular de SDT, nos chafarizes no município Frutuoso Gomes – RN.

4.4 Salinidade

Para a salinidade (Gráfico 3), as amostras apresentaram teores que variaram entre 0,3 e 0,25 mg/L, evidentemente uma leve oscilação nos níveis de sais dissolvidos na água mineral coletada dos chafarizes. Esses valores indicam que a salinidade está em uma faixa relativamente baixa, o que é um ponto positivo em termos de qualidade da água, considerando que altos teores de salinidade podem comprometer a potabilidade e o uso para consumo humano.

Gráfico 3- Teores médios de salinidade (mg/L) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz;

Fonte: Autoria própria.

Segundo a resolução CONAMA N° 357/2005, no capítulo I, art. 2º, inciso I, indica que a água mineral deve apresentar valor igual ou inferior a 0,50 mg/L, para o consumo humano. Neste sentido, as amostras dos dois chafarizes C1 e C2 do município de Frutuoso Gomes – RN, apresentaram teores de salinidade dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005.

A salinidade da água mineral é um parâmetro crucial para determinar sua qualidade, estudos sobre a qualidade da água mineral vendida em chafarizes no município de Catolé do Rocha - PB e Caraúbas – RN, evidenciaram a importância de analisar esse aspecto, encontrando

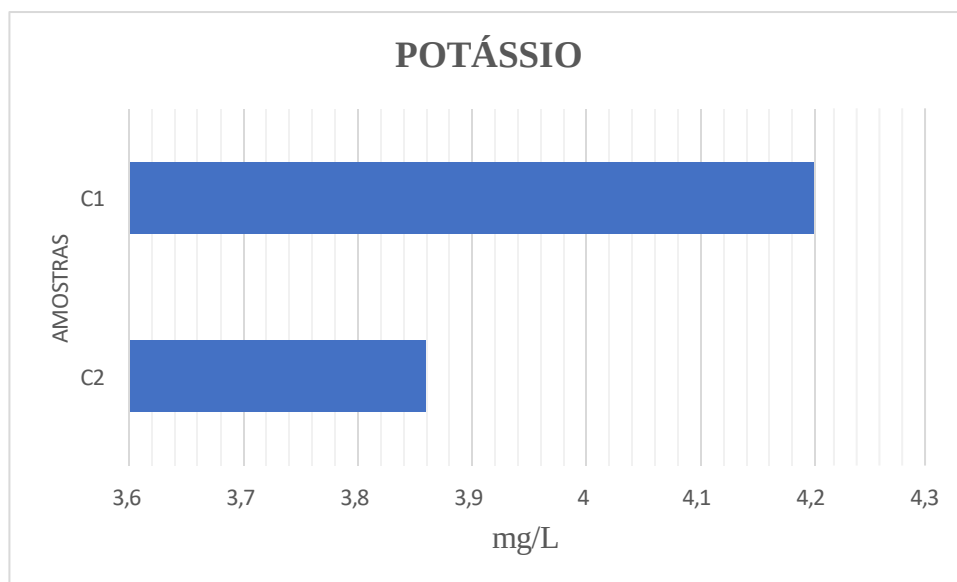
valores entre 0,36 mg/L a 0,51 mg/L, dentro dos limites aceitáveis pela Resolução CONAMA N° 357/2005.

A presença de altos níveis de sais dissolvidos na água pode torná-la inadequada para consumo humano, conferindo-lhe um sabor desagradável e representando riscos à saúde, principalmente para pessoas com doenças pré-existentes

4.5 Potássio (K)

Os teores de potássio das amostras de água mineral do município de Frutuoso Gomes – RN, variaram entre 4,20 mg/L a 3,86 mg/L (Gráfico 4). Essa faixa de valores indica uma leve oscilação na concentração de potássio, um mineral essencial para saúde humana, mas que em concentração elevadas podem afetar o sabor e a qualidade da água para consumo.

Gráfico 4- Teores médios de potássio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

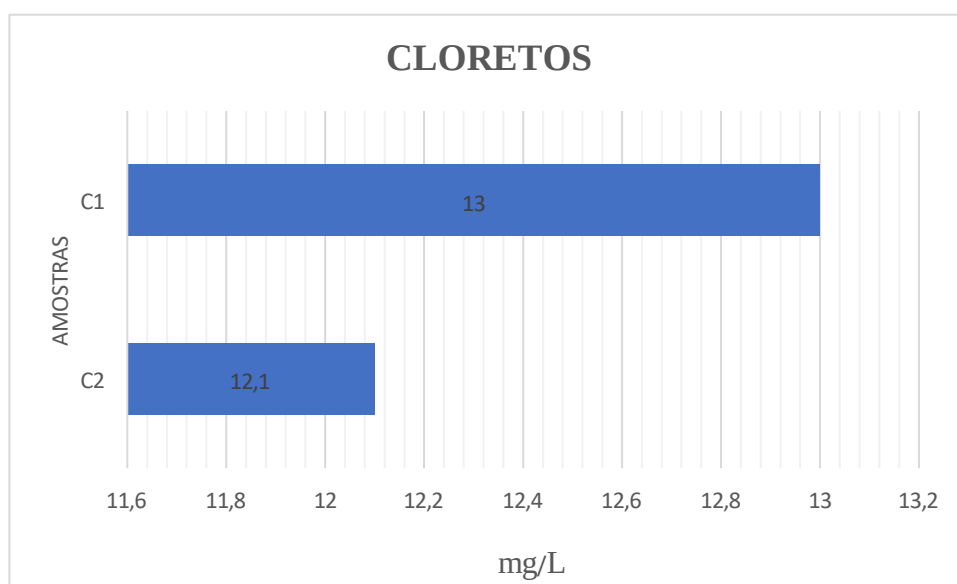
O potássio é um elemento importante para o corpo humano e juntamente com o sódio, participam de trocas intracelulares e extracelulares. A Portaria nº 2914/11 do MS não estabelece

limites para o potássio em água de abastecimento humano. O potássio é um elemento que está em baixas concentrações nas águas naturais, sendo a lixiviação das rochas a sua principal fonte natural. Portanto, a fonte antrópica é uma das suas principais fontes, visto que é um elemento utilizado na indústria e na agricultura (Zuin et al., 2009).

4.6 Cloretos

Quanto as teores de cloreto, as amostras de água mineral apresentaram teores com um intervalo de variação de $13,0 \text{ mg.L}^{-1}$ a $12,10 \text{ mg.L}^{-1}$ (Gráfico 5). Esse intervalo indica uma leve variação nos níveis de cloretos, um elemento que, em pequenas concentrações, é comumente encontrado na água e é essencial para a manutenção de algumas funções fisiológicas no organismo. Entretanto, concentrações elevadas podem comprometer a potabilidade e até a segurança da água para o consumo humano.

Gráfico 5- Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relacionados ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, o teor máximo permitido de cloreto na água potável é de 250 mg/L. Todos os chafarizes analisados apresentam concentrações de cloreto abaixo desse limite, atendendo, portanto, aos critérios estabelecidos pela legislação vigente. Além disso, é importante lembrar que a portaria também define limites para outros parâmetros de qualidade da água, como a presença de substâncias microbiológicas, produtos químicos e parâmetros físicos, garantido a segurança e a portabilidade da água fornecida pela população.

Segundo as pesquisas conduzidas em Catolé do Rocha - PB, Caraúbas – RN, afim de fazer um comparativo no município de Frutuoso Gomes – RN, revelam níveis variados de cloretos na água mineral comercializada em chafarizes, destacando a importância do monitoramento constante da qualidade da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

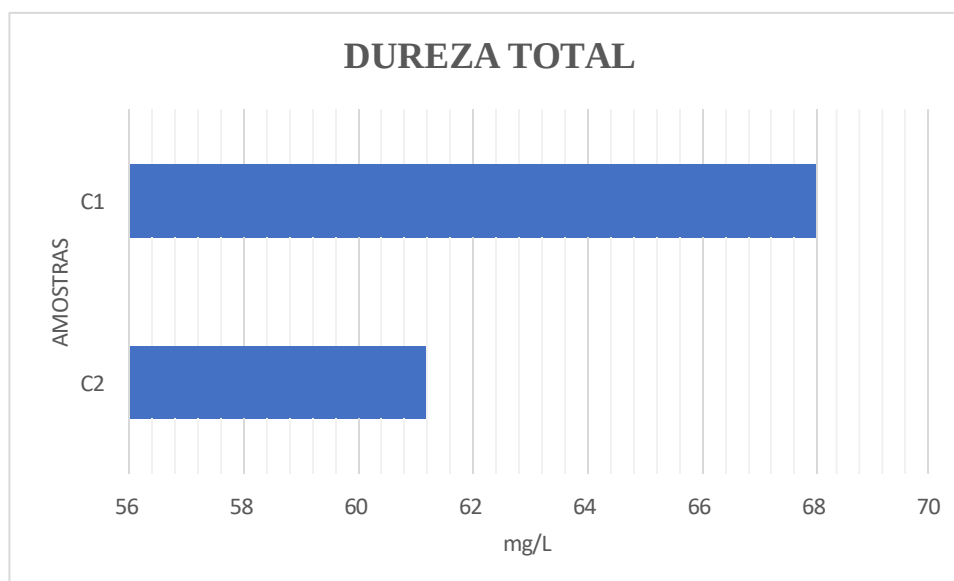
Em Catolé do Rocha - PB, as concentrações de cloretos variaram entre 257,1 mg/L e 266,2 mg/l, ultrapassando o limite de 250 mg/l estabelecido pela portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Essa inconsistência indica a necessidade de investigar as possíveis fontes de contaminação, que podem incluir intrusão salina, uso de água de poços profundos com alta concentração de sais, contaminação por esgoto ou até mesmo o uso de fertilizantes agrícolas. Em contraste, Caraúbas - RN e Frutuoso Gomes - RN apresentaram níveis de cloretos consideravelmente inferiores ao limite estabelecido pela legislação, estando assim dentro dos limites aceitáveis.

A detecção de níveis elevados de cloretos pode indicar a necessidade de investigar a fonte de contaminação, tratar a água para reduzir a concentração de cloretos e conscientizar a população sobre os riscos relacionados ao consumo de água com altas concentrações de cloretos.

4.7 Dureza Total - (CaCO_3 (mg/L))

Os valores para CaCO_3 (mg/L) nas amostras estudadas, oscilaram entre 68,05 a 61,11 mg.L⁻¹ (Gráfico 6). Essa faixa de contração aponta uma leve oscilação nos níveis de dureza da água, uma vez que o carbonato de cálcio é um dos principais indicadores de dureza.

Gráfico 6- Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz

Fonte: Autoria própria.

A Portaria nº 2914/11 do MS permite no máximo 500 mg.L⁻¹ de dureza total para a água potável.

Neste sentido, as amostras dos chafarizes C1, C2 de Frutuoso Gomes – RN, demonstraram valores conformes segundo os parâmetros estipulado pela legislação nacional.

A dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions frequentemente associados à dureza são cálcio e magnésio (Ca²⁺, Mg²⁺), e em menor escala ferro (Fe²⁺), manganês (Mn²⁺), estrôncio (Sr²⁺) e alumínio (Al³⁺) (JÚNIOR, *et al*, 2024).

Fazendo um comparativo entre os estudos realizados em Catolé do Rocha - PB, Caraúbas - RN e Frutuoso Gomes - RN, além de analisarem outros parâmetros físico-químicos da água mineral comercializada em chafarizes, também examinaram a dureza total, um fator determinante para a qualidade da água e sua adequação ao consumo humano. A dureza da água é definida pela concentração de sais minerais dissolvidos, principalmente cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), e é expressa em miligramas por litro (mg/L) de carbonato de cálcio (CaCO₃), (SOUSA, 2023).

A água de Frutuoso Gomes – RN poder considerada como a de "dureza moderada", como as fontes com menor concentração desses sais ou que a água passa por tratamento para reduzir a dureza. É importante destacar que a dureza total da água tem impacto significativo na

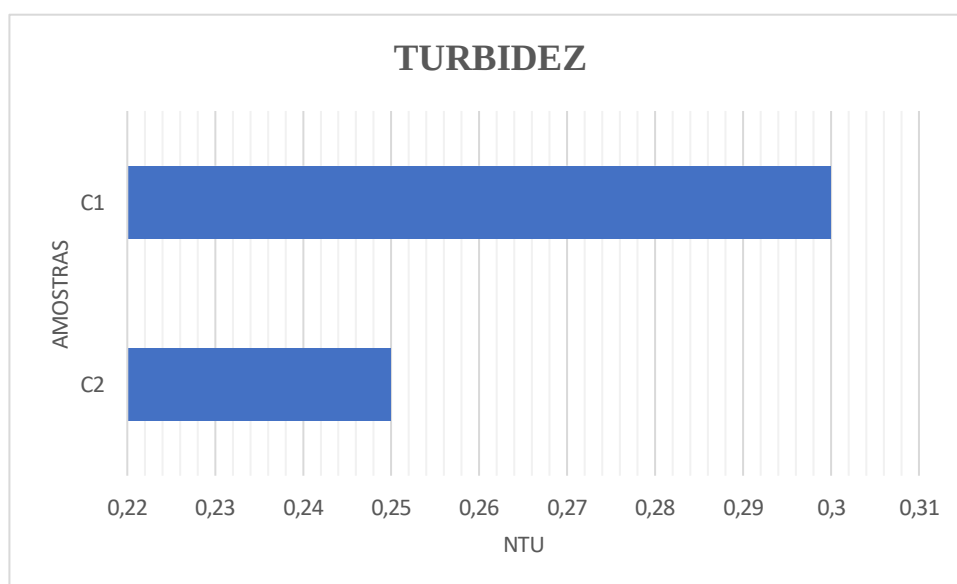
sua qualidade. Águas com alta dureza podem ter sabor desagradável, reduzir a eficiência de detergentes e sabões, causar incrustações em tubulações e equipamentos, e, em casos de consumo excessivo, podem contribuir para a formação de cálculos renais em pessoas suscetíveis. Apesar disso, a água dura não é prejudicial à saúde humana.

O monitoramento regular da dureza total da água é fundamental, e a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde define o limite máximo de 500 mg/L para água mineral potável. Nas três pesquisas, todos os valores ficaram abaixo desse limite, indicando que a água é adequada para consumo humano em relação a esse parâmetro.

4.8 Turbidez

Todas as amostras de água mineral do município de Frutuoso Gomes – RN, analisadas apresentaram valores de turbidez em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde que estabelece um limite máximo de até 5,0 NTU.

Gráfico 7- Valores médios de turbidez total (NTU) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz

Fonte: Autoria própria.

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.). A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando, na época das chuvas, as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (SOUSA, 2023).

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (como coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

Valores altos de turbidez podem indicar contaminação da água, representando um risco potencial à saúde.

Os resultados obtidos oscilaram entre 0,25 NTU e 0,30 NTU demonstrando assim baixos níveis de turbidez no município Frutuoso Gomes – RN.

Fazendo um comparativo com o município de Catolé do Rocha - PB, a turbidez variou de 0,21 NTU a 0,25 NTU segundo (SOUSA, 2023); Já Em Caraúbas - RN, a variação ficou entre 0,13 NTU a 0,16 NTU, conforme, (SILVA, 2023); Já em Frutuoso Gomes - RN apresentou resultados semelhantes, com variação de 0,13 NTU a 0,16 NTU.

A legislação brasileira, como a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, estabelece um limite máximo de 5,0 NTU para a turbidez da água potável. É crucial observar que todos os valores encontrados nos três estudos estão significativamente abaixo desse limite, indicando que a água mineral analisadas, estão de acordo com a legislação, sendo considerada segura para consumo humano (MINISTÉRIO DA SAUDE, 2021).

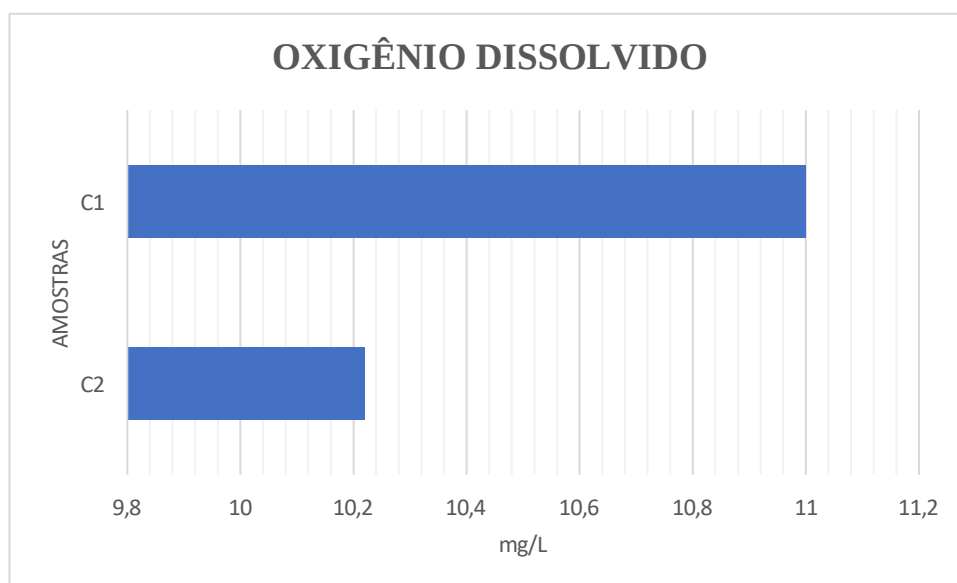
Apesar dos resultados positivos, o monitoramento regular da turbidez é essencial para garantir a qualidade da água a longo prazo, pois valores elevados podem ser um alerta para falhas no sistema de tratamento ou contaminação da fonte de água.

4.9 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) para as amostras de água analisadas, encontraram-se entre 11,13 mg L⁻¹ e 10,22 mg L⁻¹ (Gráfico 8). Estes valores se mostraram em confor-

midade segundo a legislação. A Portaria do Ministério da Saúde não define valor mínimo permitido – (VMP) para esse parâmetro, no entanto a Resolução do CONAMA nº 357 de 2005 estabelece que a quantidade de OD deve ser ≤ 6 para classe especial e classe 1.

Gráfico 8- Teores médios de oxigênio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz

Fonte: Autoria própria.

O oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro utilizado para determinar o grau de poluição e de autodepuração de um corpo hídrico. A presença de OD na água é vital para a sobrevivência de organismos aquáticos e influencia diretamente o sabor da água.

Em comparação com o município de Caraúbas - RN, os níveis de OD variaram de 9,26 mg/L a 9,73 mg/L segundo (SILVA, 2023). Já em Frutuoso Gomes - RN, os valores foram ligeiramente superiores, oscilando entre 10,22 mg/L a 11,13 mg/L conforme (SOUSA, 2023).

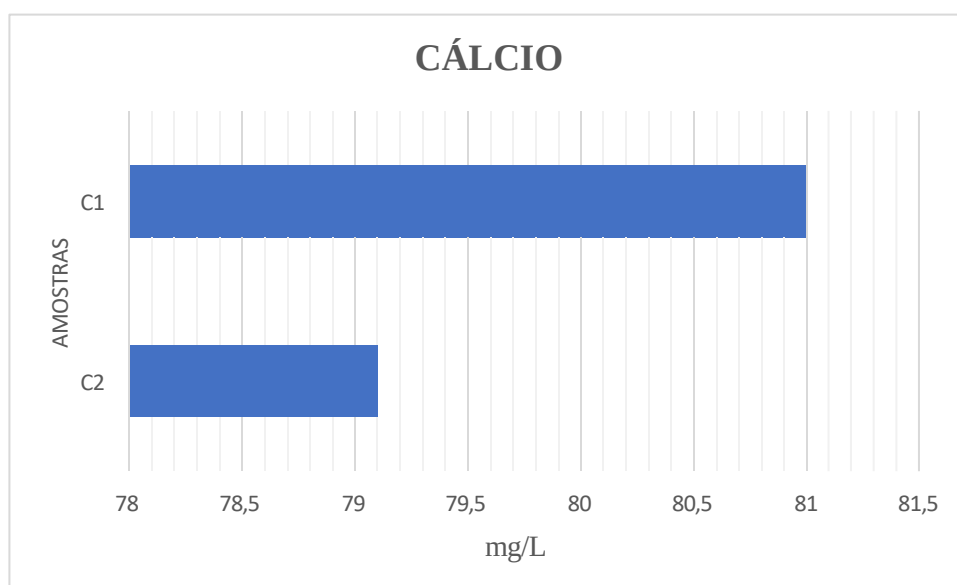
Embora a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, não defina um valor mínimo permitido para OD, a Resolução CONAMA nº 357/2005, que classifica os corpos d'água, estipula que a concentração de OD deve ser igual ou superior a 6 mg/L para águas doces de Classe 1 e Classe Especial, consideradas adequadas para abastecimento público após tratamento convencional.

As águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, situação conhecida como supersaturação, porém isto ocorre principalmente em lagos e represas em que o excessivo crescimento das algas faz com que durante o dia, devido à fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados.

4.10 Cálcio

Os valores de cálcio para as amostras de água analisadas, encontraram-se entre 81,33 e 79,11 (Gráfico 11).

Gráfico 9- Teores médios de cálcio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Frutoso Gomes– RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz

Fonte: Autoria própria.

Os valores para cálcio não são citados na legislação vigentes, o cálcio forma parte dos carbonatos e bicarbonatos e é uma fração da dureza total. A Dureza Total nas águas corresponde ao total dos sais, principalmente o de cálcio e o de magnésio, dissolvidos na água. Quanto maior a quantidade presente de sais minerais, maior será também a sua dureza total.

Fazendo um comparativo entre as pesquisas sobre qualidade de água mineral vendida em chafariz no município de Catolé do Rocha – PB, oscilando entre 62,21 mg/L a 67,54 mg/L conforme (SOUSA, 2023); Estudo sobre qualidade de água mineral vendida em chafariz no município de Caraúbas - RN, variaram de entre 61,04 mg/L a e 82,51 mg/L segundo (SILVA, 2023); Fornecendo assim um contexto comparativo valioso para a análise da qualidade da água mineral vendida em chafariz no município de Frutuoso Gomes – RN, que apresentou valores próximos aos estudos acima relatados.

Dito isto, podemos nos valer que os valores para cálcio não são citados na legislação vigentes, o cálcio forma parte dos carbonatos e bicarbonatos e é uma fração da dureza total. A Dureza Total nas águas corresponde ao total dos sais, principalmente o de cálcio e o de magnésio, dissolvidos na água. A dureza da água é um parâmetro crucial para avaliar a qualidade da água potável, tem como principais componentes os íons cálcio e magnésio. A Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde estipula um limite máximo de 500 mg/L para a dureza total da água; onde para este estudo foi determinado um teor médio de dureza de 64,58 mg/L; Neste sentido podemos considerar que os teores de Cálcio da água mineral vendida em chafarizes no município de Frutuoso Gomes – RN, estão de acordo com a legislação.

4.11 Análises Estatísticas

De acordo com a análise estatística das características físico-químicas das amostras de água mineral comercializada nos chafarizes do município de Frutuoso Gomes – RN estudadas, todas as amostras apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade, entre todas as amostras estudadas conforme demonstrado em Tabela 2, denotando-se a influência direta das fontes de água abastecimento como principal fator deste resultado.

Tabela 2- Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas

Parâmetro	Chafariz 01	Chafariz 02	Média	Desvio Padrão	(VMP)
pH	6,8b	7,2a	7,00	0,2	6 a 9
CE(μ S/cm)	92,30a	71,67b	81,99	14,59	-
Salinidade (mg/l)	0,3a	0,25b	0,27	0,05	0,50
Potássio K ⁺ (mg/l)	4,2a	3,86b	4,04	0,25	10
Na ⁺ (mg/l)	63,0a	49,51b	56,41	9,75	200
Cloretos Cl(mg/l)	13,0a	12,10b	12,57	0,66	250
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	68,0a	61,11b	64,58	4,91	500
Turbidez (NTU)	0,3a	0,25b	0,31	0,08	5
SDT	37,0a	33,52b	35,52	2,83	1000
OD (mg/l)	11,0 a	10,22b	10,68	0,64	-
Cálcio (mg/l)	81,0a	79,11b	80,22	1,57	-

nos chafarizes no município de Frutuoso Gomes, RN.

CE – Condutividade elétrica; Na⁺ – Sódio; SDT – Sólidos dissolvidos totais; OD – Oxigênio dissolvido; Valor máximo permitido (VMP) para cada parâmetro físico-químico conforme especificações da portaria de consolidação do Ministério da Saúde (MS) nº 05/2017, de 28 de setembro de 2017. Médias seguidas por letra distintas, minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todos os Valores representam a média de triplicatas;

Fonte: Autoria própria, 2024.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada em Frutuoso Gomes – RN teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes. Os resultados obtidos demonstram que a água é, em geral, apta para consumo humano, com base nos parâmetros físico-químicos analisados. As análises de pH (6,8 a 7,2), condutividade elétrica (92,30 a 71,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$), salinidade (0,3 a 0,25 mg/L), potássio (4,2 a 3,86 mg/L), sódio (63,0 a 49,51 mg/L), cloretos (13,0 a 12,1 mg/L), dureza total (68,0 a 61,11 mg/L), turbidez (0,3 a 0,25 NTU), sólidos dissolvidos totais (37,0 a 33,52 mg/L), oxigênio dissolvido (11,0 a 10,22 mg/L) e cálcio (81,0 a 79,11 mg/L) atenderam aos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, como a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde.

Apesar da conformidade com os parâmetros físico-químicos, a pesquisa identificou a não conformidade em relação à documentação dos estabelecimentos, nenhum dos chafarizes analisados possuía laudo de qualidade da água, alvará sanitário ou licença de funcionamento. Essa ausência de documentação impede a fiscalização adequada e representa um risco potencial à saúde da população, pois não há garantia da origem da água e nem da manutenção da qualidade ao longo do tempo.

Um aspecto alarmante detectado foi a falta de tratamento da água nos chafarizes, o que expõe contaminação, caso a água recebida do fornecedor já esteja contaminada. Com base nos achados do estudo, torna-se essencial que as autoridades competentes exerçam uma fiscalização estrita dos chafarizes, exigindo a regularização da documentação e a adoção de ações para assegurar a qualidade da água. O acesso a água potável de alta qualidade é crucial para a saúde pública e o bem-estar da população.

Aconselha-se a instalação de um sistema de purificação de água em cada local, assegurando a eliminação de impurezas e microrganismos que possam afetar a saúde dos clientes. Execução regular de testes de qualidade da água por laboratórios reconhecidos, com o objetivo de acompanhar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, assegurando a qualidade da água a longo prazo.

A qualidade da água é um direito fundamental e a sua garantia é responsabilidade de todos, desde os fornecedores até os consumidores

REFERÊNCIAS

- ABINAM. **Consumo de água mineral cresce 12,5% no Brasil**. Disponível em: <https://abinam.com.br/noticias/consumo-de-agua-mineral-cresce-125-no-brasil/>. Acesso em: 07 agosto. 2024.
- Agência Nacional de Águas (ANA). (2020). Estudo sobre o Déficit Hídrico no Semiárido Brasileiro. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/187/XVIS-RHNE0226-1-20220720-234756.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2024.
- ALVES, W. S. dos.; ANDRADE, R. D. A.; COSTA, L. M.; BELISÁRIO, C. M.; CEREIJO, T. L.; PORFIRO, C. A. **Avaliação da qualidade da água por meio de análises físico-químicas**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IFGOIANO, 1., 2016, Goiânia. Anais... Goiânia: I Congresso de Pesquisa e Pós. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/crp/1congresso/paper/view/4874>. Acesso em: 28 agosto. 2024.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Normas e padrões para alimentos**. Resolução - CNNPA nº. 12, 2019. São Paulo/SP. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_12_2019_COMP.pdf/69b904c2-2f12-4696-9d36-8c712aee05a7. Acesso em: 28 setembro. 2024.
- ANVISA. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/normas-regulatorias/portarias/2017/>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15538: **Medidores de água potável - Ensaio para avaliação de eficiência**. Brasília, 2014. 15 p. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=312791>. Acesso em: 06 agosto. 2024.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12° ed. Washington: AOAC, 1997, 1015p. Acesso em: 19 de agosto de 2024.
- BAPTISTA, G. M. de S.; CAMPOS, J. C. de A. **O semiárido tem jeito: convivência com o semiárido brasileiro**. Campina Grande: Edições UFCG, 2013.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. RDC AnvisaMS nº 275, de 21 de outubro de 2002. Diário Oficial da União. Brasília, 23 out. 2003. Acesso em: 19 de agosto de 2024.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Semiárido brasileiro**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energias. Departamento Nacional de Produção Mineral. Acesso em: 19 de agosto de 2024.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 125, de 3 de janeiro de 2007**. Dispõe sobre a política de desenvolvimento regional do Nordeste. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp125.htm. Acesso em: 07 setembro. 2024.

CAERN. **GOVERNO MUNICIPAL EM PARCERIA COM A CAERN AMPLIAM REDE DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO - Prefeitura Municipal de Frutuoso Gomes - RN.** Disponível em: <<https://www.frutuosogomes.rn.gov.br/governo-municipal-em-parceria-com-a-caern-ampliam-rede-de-abastecimento-do-municipio/>>. Acesso em: 12 set. 2024.

Conselho Mundial da Água. **O futuro da água: Estratégias para enfrentar os desafios do século XXI.** 2018. Disponível em: <https://www.worldwatercouncil.org/pt/publications/future-water-strategies-meet-challenges-21st-century>. Acesso em: 13 de agosto de 2023.

CONAMA. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.** – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 13 de setembro de 2024.

CUNHA, Euclides da. **Os Sertões.** Edição crítica de Walnice Nogueira Galvão. S. Paulo, 2. ed., Ática, 2000. Disponível em: <https://www.fflch.usp.br/sites/fflch.usp.br/files/2017-11/Euclides%20da%20Cunha%20-%20Os%20Serto.es.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2023.
Decreto-Lei nº 7841, de 8 de agosto 1945. Código de Águas Minerais. 1945. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&ID%20Pagina=84&IDLegislacao=3>>. Acesso em: 24 de agosto de 2024.

FARIAS, T. M. et al. **Diagnóstico do manejo dos recursos hídricos em áreas rurais no semiárido brasileiro.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 26, n. 2, p. 1-12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.262220200004>. Acesso em: 19 de julho de 2024.

Ferreira, A., et al. (2017). Pesquisa e Inovação para a Gestão de Recursos Hídricos no Semiárido. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/semiarido/volume4/Semi-arido_vol4.pdf#page=6. Acesso em: 21 de ago. 2024.

FONSECA, L. F. G. et al. **Implantação de um sistema de abastecimento de água por meio de chafarizes públicos em uma comunidade rural.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 23, n. 1, p. 175-184, 2019. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água.** 4ª ed. Brasília: FUNASA, 2017. APHA. Disponível em: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2017. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.

Gasparini, M. (2020). Impacto da Falta de Água Potável na Saúde das Populações do Semiárido. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/sausoc/2008.v17n1/21-32/pt>. Acesso em: 24 ago. 2024.

GOMES, Frutuoso. **História.** Disponível em: <https://www.frutuosogomes.rn.gov.br/historia-2/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2021.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico2021.html>. Acesso em: 07 agosto. 2024.

INSA. **Atlas do Semiárido Brasileiro. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2020.** Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt.br>. Acesso em: 19 de agosto de 2024.

INMET. **Semiárido brasileiro vive período mais seco dos últimos 91 anos.** Disponível em: <https://www.gov.br/inmet/pt-br/assuntos/noticias/seca-no-semiarido>. Acesso em: 07 setembro. 2024.

JÚNIOR, F. C. DE M. et al. Análise das condições higiênico-sanitárias nos estabelecimentos que comercializam água purificada em chafarizes eletrônicos na cidade do Assú - RN. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 6, p. e10613646069–e10613646069, 18 jun. 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46069>. Acesso em: 12 set. 2024.

LUCENA, Território, água e participação social: desafios para o planejamento da gestão integrada dos recursos hídricos no semiárido de Pernambuco. **Ufpe.br**, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/52761>. Acesso em: 21 ago. 2024.

OMS. (2019). **Poluição da água: uma ameaça mortal para a saúde global.** Genebra: Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/water-quality-and-health>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

OMS/UNICEF. (2021). **Progresso na água potável, saneamento e higiene doméstica 2000-2020: Cinco anos nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Genebra: Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/water-quality-and-health>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

OMS. **Qualidade da água e saúde.** Disponível em: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/water-quality-and-health>. Acesso em: 07 de setembro de 2024.

SAMPAIO, Jair. **Chafarizes de Água Mineral com garrafão de R\$ 2,00 se espalham.** Disponível em: <https://www.jairsampaio.com/tag/chafariz-de-agua-mineral/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MATOS, S. J. Os recursos hídricos e a educação ambiental: elaboração de roteiro com foco em recursos hídricos em complementação ao Programa de Educação Ambiental voltado ao licenciamento ambiental de novos parcelamentos de solo urbano no Distrito Federal. **Icts.unb.br**, 27 mar. 2023. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/49269>. Acesso em: 21 de ago. 2024.

Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). (2021). Relatório sobre a Infraestrutura de Abastecimento de Água no Semiárido. Disponível em: https://www.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/2519. Acesso em: 24 de ago. 2024.

Pena, R., et al. (2021). Consequências Econômicas da Crise Hídrica no Semiárido. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/21251>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

Santos, A., et al. (2019). Educação e Conscientização Ambiental no Semiárido. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/wiasb/2013/Modalidade_4data-hora_11_11_2013_06_22_51_idinscrito_9_17cb545689bfbfd9a2b95c4985977367.pdf. Acesso em: 24 de ago. 2024.

SOARES, Wilker Fernandes. Eficiência dos sistemas de captação de água de chuva frente às mudanças climáticas: estudo de caso para o semiárido brasileiro. Orientador: Dra. Adelena Gonçalves Maia. 2023. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/57330>. Acesso em: 21 de ago. 2024.

SANEAMENTO, Instituto Água e. **FRUTUOSO GOMES (RN)**. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rn/frutuoso-gomes>. Acesso em: 30 jun. 2024.

Silva, E., et al. (2018). Tecnologias de Convivência com o Semiárido Brasileiro. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202201/1/Barragem-subterranea-2019.pdf>. Acesso em: 21 de ago. 2024.

SUDENE; ANA - **Agência Nacional de Águas. Semiárido brasileiro**. 2021. Disponível em: <https://www.sudene.gov.br/index.php/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 07 de setembro de 2024.

UNESCO. (2021). **Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento da Água das Nações Unidas 2021: Valorizando a Água**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

UFRJ. O desafio do Direito Internacional para o enfrentamento da escassez hídrica como possível cenário de catástrofe. **Ufrj.br**, 2023. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/23278>. Acesso em: 21 de ago. 2024.

UNICEF. (2018). **Água potável em emergências: Considerações importantes para uma resposta eficaz**. Nova York: Fundação das Nações Unidas para a Infância. Acesso em: 30 de agosto de 2024.