



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

MICAEL DOS SANTOS ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE
SERRA NEGRA DO NORTE – RIO GRANDE DO NORTE**

CARAÚBAS - RN
OUTUBRO – 2024

MICAEL DOS SANTOS ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE
SERRA NEGRA DO NORTE – RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido como parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor Machado

CARAÚBAS - RN
OUTUBRO – 2024

© 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.

A447c Almeida, Micael dos Santos.
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO
MUNICÍPIO DE SERRA NEGRA DO NORTE ? RIO GRANDE DO
NORTE / Micael dos Santos Almeida. - 2024.
62 f. : il.

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

1. Crise hídrica. 2. Análise hídrica. 3. Água
potável. I. Vitor Machado, Antônio, orient. II.
NÃO, NÃO, co-orient. III. 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.

MICAEL DOS SANTOS ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE
SERRA NEGRA DO NORTE – RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido como parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor Machado

Defendida em: 23 /10 /2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Vitor Machado (UFERSA)
Presidente

Msc. Kelve de Almeida Santos (UEPB)
Primeiro Membro

Msc. José Aldenor de Sousa (UFERSA – Mossoró)
Segundo Membro

Este trabalho é dedicado à memória de Francinalda, Francisco, Mesaque Maia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por me dar força e sabedoria durante toda essa jornada.

Agradeço aos meus pais, Jucieudo Matias e Francineide Bezerra, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. Vocês foram fundamentais em todos os momentos. Aos meus irmãos, Rafael Almeida e Daniel Almeida, por sempre me apoiar e mantermos-nos unidos durante toda essa caminhada.

Agradeço a todos meus amigos, Irison, Rafael Chianca, Allan, Rayane Vieira, Gilvania, Marta, Denise, Wanderson, Francisco, Kelve, Danilo, Josiberto, Beatriz Fabrícia, Mariana, por todo apoio.

A minha namorada Nycolle, por sempre me apoiar. Agradeço ao meu orientador Antônio Vitor Machado, por suas orientações, paciência e incentivo. Sua expertise e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, Robson, Ana Cláudia, Alessandra, Franarlly, Ruan, Lucas Candeia, Marília Rhuama, Sebastião, Hugo, Marcos Paulo, Vitória, Mariana, agradeço pelas trocas de ideias, apoio e pelas boas memórias que construímos juntos. Aos profissionais e instituições que contribuíram com informações e dados relevantes para a pesquisa, meu sincero agradecimento pela disponibilidade e colaboração.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, participaram deste projeto e tornaram essa experiência enriquecedora.

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades.

(Gartner Group)

RESUMO

A água é um recurso fundamental para a vida e em regiões semiáridas, a garantia de água potável e de qualidade para a população é um desafio constante. O município de Serra Negra do Norte localizado no estado do Rio Grande do Norte, enfrenta problemas de escassez hídrica, o que torna ainda mais importante a busca por soluções para o abastecimento público. Uma alternativa que vem se popularizando é a comercialização de água mineral em chafarizes eletrônicos. Contudo, a implantação desordenada e em grande número destes dispositivos, torna imprescindível, avaliar a qualidade da água mineral comercializada nesses chafarizes; Neste sentido essa pesquisa teve como objetivo principal investigar a qualidade da água mineral comercializada nos chafarizes no município de Serra Negra do Norte, onde, realizou-se uma série de análises físico-químicas nas amostras de água mineral coletadas em diferentes pontos de venda no município, para confrontar seus teores com os limites determinados pela legislação a fim de verificar a conformidade e a segurança da água consumida pela população; os parâmetros analisados incluíram: pH, condutividade elétrica, salinidade, potássio, sódio, cloretos, dureza total, turbidez, ferro e cálcio; De acordo com as análises, Conclui-se que a água mineral comercializada nos chafarizes de Serra Negra do Norte-RN está, em sua maioria, em conformidade com os padrões físico-químicos estabelecidos pela legislação brasileira, a maioria dos parâmetros analisados apresentou valores dentro dos limites permitidos, indicando que a água é apta para o consumo humano; Entretanto, a pesquisa identificou que os chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN não possui, laudos de qualidade, alvará sanitário e ou licença de funcionamento estando em desconformidade, de acordo com o estabelecido pela legislação.

Palavras-chave: Crise hídrica, Análise hídrica e Água potável.

ABSTRACT

Water is a fundamental resource for life and in semi-arid regions, ensuring drinking and quality water for the population is a constant challenge. the municipality of Serra Negra do Norte, located in the state of Rio Grande do Norte, faces water scarcity problems, which makes it even more important to search for solutions for public supply. An alternative that has been becoming popular is the sale of mineral water in electronic fountains; However, the disorderly implementation and in large numbers of these establishments makes it essential to evaluate the quality of the mineral water sold in these fountains; In this sense, the main objective of this research was to investigate the quality of the mineral water sold in the fountains in the municipality of Serra Negra do Norte, where a series of physicochemical analyzes were carried out on the mineral water samples collected at different points of sale in the municipality, to confront its contents with the limits determined by the legislation in order to verify the conformity and safety of the water consumed by the population; the parameters analyzed included: pH, electrical conductivity, salinity, potassium, sodium, chlorides, total hardness, turbidity, iron and calcium; According to the analyses, the mineral water sold in the fountains of Serra Negra do Norte-RN is, for the most part, in accordance with the physical-chemical standards established by the Brazilian legislation, most of the parameters analyzed presented values within the allowed limits, indicating that the water is fit for human consumption; However, the research identified that the fountains in the municipality of Serra Negra do Norte – RN do not have quality reports, sanitary permit and/or operating license, thus not complying, according to what is established by legislation.

Keywords: Fountain, compliance, quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa do estado do Rio Grande do Norte-RN, em destaque o município de Serra Negra do Norte-RN.	24
Figure 2- Chafariz Eletrônico.	26
Figura 3A- Chafariz eletrônico de comercialização de água para consumo humano; Figura 3B. caminhão pipa abastecendo chafariz eletrônico de água.....	27
Figura 4- Funcionamento interno de um Chafariz Eletrônico.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.....	38
Tabela 2 – Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de Serra Negra do Norte, RN.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.....	40
Gráfico 2 – Teores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.....	43
Gráfico 3 – Teores médios de sólidos dissolvidos totais ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.....	44
Gráfico 4- Teores médios de salinidade (mg/l) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.....	46
Gráfico 5- Teores médios de potássio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.....	47
Gráfico 6- Teores médios de sódio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Serra.....	48
Gráfico 7- Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN	49
Gráfico 8- Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.	50
Gráfico 9- Valores médios de turbidez total (NTU) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.	52
Gráfico 10- Teores médios de ferro (mg/l) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.....	53
Gráfico 11- Teores médios de cálcio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.....	55

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.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO GERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. REFERENCIAL TEORICO.....	17
2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	17
2.2 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO.....	19
2.3 POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS BRASILEIRAS A CERCA DO TEMA QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL	21
2.4 GESTÃO E QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL.....	22
2.5 MUNÍCIPIO DE SERRA NEGRA-RIO GRANDE DO NORTE.....	23
2.6 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO.....	24
2.7 CHAFARIZ ELETRÔNICO	25
2.8 FUNCIONAMENTO	29
2.9 SISTEMA DE REABASTECIMENTO DOS CHAFARIZES.....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 LOCAL DA PESQUISA	32
3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES	32
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	32
4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	34
4.1 PH.....	34
4.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	34
4.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	34
4.4 SALINIDADE	35
4.5 POTÁSSIO(K).....	35
4.6 SÓDIO.....	35
4.7 CLORETOS.....	35
4.8 DUREZA TOTAL	35
4.9 TURBIDEZ.....	36
4.10 FERRO	36
4.11 CÁLCIO	36
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38

7. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	40
7.1 PH.....	40
7.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	42
7.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT).....	43
7.4 SALINIDADE	46
7.5 POTÁSSIO (K).....	47
7.6 SÓDIO (NA ⁺)	48
7.7 CLORETOS.....	49
7.8 DUREZA TOTAL	50
7.9 TURBIDEZ.....	51
7.10 FERRO	53
7.11 CÁLCIO	54
8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	56
9. CONCLUSÃO	58
REFERENCIAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial para todos os seres vivos, além de ser indispensável para a indústria, comércio e serviços, sobretudo alimentícios. Contudo, sabe-se que o Brasil, mesmo sendo um país privilegiado em relação as reservas hídricas, apresenta uma distribuição desigual das mesmas, como é observado ao se comparar as regiões Norte e Nordeste (JUNIOR et al, 2023).

No semiárido brasileiro, a falta de água continua sendo o principal fator impactante para a sobrevivência e a melhoria na qualidade de vida das populações locais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a região apresenta índices pluviométricos que variam de 400 a 900 mm/ano, concentrados principalmente em quatro meses do ano, o que torna a distribuição de água irregular e dificulta a sua captação e armazenamento. Além disso, a região tem um alto índice de evaporação e a quase inexistência de aquíferos, o que agrava ainda mais a escassez hídrica (IBGE, 2021).

De acordo com dados da ONU de 2021, 2,2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a água potável de qualidade, o que representa 29% da população global. Além disso, a má qualidade da água é responsável por mais de 1,6 milhão de mortes por ano em todo o mundo, sendo a maioria delas em países em desenvolvimento (OMS, 2021). No Brasil, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2021, 35,5 milhões de pessoas não têm acesso à água potável e 100 milhões não têm acesso a coleta de esgoto, o que demonstra a necessidade de investimentos em saneamento básico (SNIS, 2021).

Quanto ao mercado de água mineral, dados da Associação Brasileira da Indústria de Água Mineral (ABINAM) de 2022, indicam que o consumo de água mineral no Brasil cresceu 12,5% em relação ao ano anterior, o que demonstra a preocupação dos consumidores com a qualidade da água que consomem. No entanto, é importante destacar que a água de abastecimento público, quando tratada corretamente, pode ser segura e própria para consumo humano, conforme estabelecido pelas normas e padrões da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (OMS, 2021).

Para atenuar as dificuldades de uma nova modalidade que vem sendo implementadas em pontos comerciais no Rio Grande do Norte, em especial nos municípios onde a escassez é bastante alta, a captação, armazenamento, distribuição e comercialização da água potável natural para consumo humano procedente de soluções alternativas coletivas por meio de chafariz portátil eletrônico, a Sub coordenadoria de Vigilância Sanitária (SUVISA), juntamente com o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN) e as

Vigilâncias Municipais, vem realizando inspeção e monitoramento dos pontos comerciais que estão instalados ou se instalando, para regularizar e liberar a licença sanitária de funcionamento. (JUNIOR, S.; LACERDA, S, 2023).

1.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar 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 em chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.
- Comparar os valores obtidos com os apresentados na legislação vigente;
- Identificar as possíveis fontes de contaminação que possam comprometer a qualidade da água;
- Sugerir medidas que possam trazer melhorias a qualidade da água mineral comercializada em chafarizes;

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO.

A Divisão regional do Brasil, através de agrupamentos eco geográficos, apresentam um conjunto de regiões conceituais e analíticas as quais permitem a análise e/ou compreensão específica de cada uma delas. A atual classificação das regiões, realizada pelo IBGE, categorizam o território brasileiro em cinco regiões principais: Norte, Nordeste, Sul, Centro-oeste e Sudeste. A elas são atribuídos histórias, conceitos, condições climáticas, dentre outros fatores, que permitem a diferenciação e as particularidades de cada uma (IBGE, 2021).

O Nordeste brasileiro configura-se como a maior região do país quanto ao número de estados que o compõe (IBGE,2021), sendo eles: Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Maranhão, Bahia, Sergipe e Alagoas. A região Nordeste comporta uma porção do semiárido havendo, portanto, a inserção do semiárido no Nordeste brasileiro, com clima seco, temperaturas elevadas e chuvas amenas concentradas em um pequeno período anual. No entanto, a vegetação, a variedade de espécies, a diversidade natural paisagísticas, presentes nesta região, dão singularidade ao lugar. Segundo a superintendência de desenvolvimento do nordeste (IBGE, 2021).

O semiárido é uma região habitada por aproximadamente 30 milhões de pessoas, possui um índice pluviométrico médio de 700 mm anuais, porém, com chuvas distribuídas de maneira desigual no tempo e no espaço. Essa irregularidade pluviométrica se explica pela concentração da precipitação em poucos dias ou semanas do ano. Também é irregular porque podemos observar uma precipitação torrencial em um lugar e a poucos quilômetros a terra permanecer completamente seca. Compreende cerca de 11% do território nacional, incluindo partes dos estados do Nordeste e do Sudeste (JUNIOR et al, 2023).

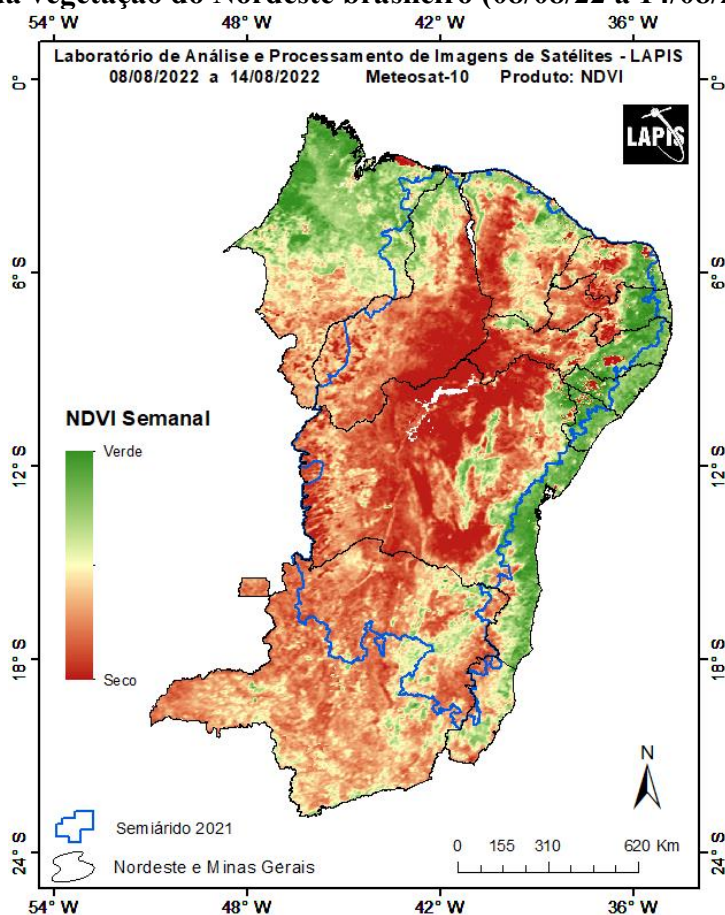
Além disso, por ser uma região com baixa precipitação pluviométrica, elevada evaporação e alto índice de aridez, o que implica em uma série de desafios para a população que vive nessa região, em termos de desenvolvimento socioeconômico, recursos hídricos e preservação do meio ambiente (IBGE, 2021). De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a seca tem afetado o Semiárido com maior intensidade nos últimos anos. O período de janeiro a outubro de 2021 foi o mais seco dos últimos 91 anos na região, de acordo com o INMET.

A média histórica de chuvas para o período é de 479,5 mm, mas em 2021 a média registrada foi de apenas 287,4 mm, representando uma redução de 40%. Além disso, a falta de água para consumo humano e para a agricultura tem se intensificado, levando a um aumento da busca por soluções de convivência com o Semiárido. (INMET, 2021).

Segundo dados do Monitor das Secas, em março de 2023, cerca de 64,9% do Nordeste brasileiro encontrava-se em situação de seca, sendo que 5,5% da região estava em situação de seca excepcional, o nível mais crítico da escala. Essa situação se agrava ainda mais no Semiárido, que é a região mais vulnerável do país em relação à seca, devido às suas características climáticas e geográficas (MONITOR DAS SECAS, 2023).

Em relação ao gerenciamento dos recursos hídricos, o problema persiste e se agrava em algumas áreas do Semiárido. Em algumas localidades, é comum a prática do uso indiscriminado da água e a falta de investimentos em tecnologias para o armazenamento e a conservação dos recursos hídricos (FARIAS et al., 2021).

Mapa 1. Situação da vegetação do Nordeste brasileiro (08/08/22 á 14/08/2022).



Fonte: Lapis, 2023.

Com o solo predominantemente de rochas cristalinas, as águas subterrâneas nesse terreno acabam por serem em sua maioria impróprias ao consumo humano, pois, são características de terreno com elevada concentração de sais. Dois biomas são predominantes: a caatinga e o cerrado, onde 1/3 da área nacional está contida nesses dois climas. A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro e foi reconhecido como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, ao lado da Amazônia e do Pantanal (LAPIS, 2023).

2.2 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

O acesso a 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. (SILVA, J. et al, 2024).

Um conjunto de leis e padrões são usados pelo governo brasileiro para estabelecer políticas para os centros de distribuição e a qualidade da água mineral. O objetivo dessas regulamentações é garantir que a água que a população consome seja segura e de alta qualidade. A legislação nacional define padrões de qualidade da água destinada ao consumo humano, independentemente de sua origem, seja de sistemas de abastecimento públicos ou privados (FÁBIO, 2023).

De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas), no Nordeste brasileiro, a água é utilizada principalmente para a irrigação de culturas agrícolas, sendo responsável por cerca de 90% do consumo total de água na região. No entanto, o abastecimento público também é uma questão crítica, especialmente em cidades menores e mais afastadas dos grandes centros urbanos (ANA, 2022).

Atualmente, a água para o abastecimento público se tornou uma problemática em muitas regiões do mundo, incluindo o Nordeste brasileiro. Isso se deve, em grande parte, à escassez hídrica causada pela falta de chuvas e ao uso inadequado dos recursos hídricos. Além disso, o aumento da demanda por água devido ao crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico também contribui para essa questão crítica (ANA, 2022).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 12% dos municípios do Nordeste brasileiro enfrentam problemas de abastecimento de água, sendo que alguns chegam

a enfrentar racionamento e falta de água durante períodos de seca prolongada (como acontece em municípios do Rio Grande do Norte). Isso afeta diretamente a população, que muitas vezes precisa recorrer a fontes alternativas de água, como poços artesianos e carros-pipa. (ANA, 2022).

Diante disso, uma possível aplicação prática para amenizar os impactos causados pela falta de água no município seria a implementação de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva. Esses sistemas consistem em estruturas como calhas, cisternas e tanques que coletam a água da chuva que cai nos telhados e outras superfícies e a armazenam para uso posterior (UEMA, 2023).

Essa medida já tem sido adotada em alguns municípios do Nordeste brasileiro, como é o caso de Cabaceiras, na Paraíba, que se tornou referência nacional em captação e armazenamento de água da chuva. A implementação desses sistemas pode contribuir para reduzir a dificuldade da população em relação aos recursos hídricos disponíveis na região e, consequentemente, minimizar os impactos causados pela escassez de água (ANVISA, 2019).

Levando em consideração ao que foi abordado é considerável a atual dificuldade para o abastecimento público. Como os habitantes de Serra negra do Norte amenizam os impactos causados pelo racionamento em certas épocas do ano, mais exatamente no período de seca. Entramos então no fornecimento e comercialização da água mineral local. Os chafarizes eletrônicos surgiram com a modernidade, com a função de atender essa demanda e tornar-se de forma simplificada a comercialização local de água potável (ANVISA, 2019).

2.3 POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS BRASILEIRAS A CERCA DO TEMA QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL

Estudos de instituições nacionais e internacionais mostram que existem problemas enfrentados por todo o planeta, sendo a falta de água uma questão-chave em muitos dos grandes conflitos do mundo atual. A maior parte do semiárido brasileiro, a Região Nordeste, está localizada lá (IBGE, 2021). Por causa dos problemas hidrológicos históricos e contínuos nessa região, técnicas e métodos para armazenar esse líquido são absolutamente necessários para resolver esses problemas.

A situação atual do saneamento no Brasil requer maior atenção dos gestores públicos, haja vista que ainda mais de 100 milhões de cidadãos não possuem acesso ao esgotamento sanitário adequado e tratado, sendo a média de seu atendimento total, apenas de 55% da população brasileira (SINIS, 2020). Deste modo, ainda no século XXI, mesmo apesar de acordos internacionais, como a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas e o estabelecimento de uma Política Nacional de Saneamento – Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020 –, a questão permanece aberta.

De acordo com o relatório "Atlas do Semiárido Brasileiro" publicado em 2020 pelo Instituto Nacional do Semiárido (INSA), a região semiárida do Brasil abrange 9 estados e cerca de 1.135 municípios, abrangendo uma população de mais de 27 milhões de pessoas. O documento também destaca a importância da convivência com o semiárido, uma vez que essa região é caracterizada por uma grande diversidade de ecossistemas e recursos naturais, além de possuir uma rica biodiversidade e um patrimônio cultural único (INSA, 2020).

As políticas governamentais brasileiras sobre a qualidade da água mineral e centros de distribuição são regulamentadas por diversas leis e normas que buscam assegurar a segurança e a qualidade da água consumida pela população. A legislação brasileira estabelece padrões de qualidade para a água destinada ao consumo humano, seja proveniente de fontes de abastecimento públicas ou privadas (BRASIL, 2021).

A Lei Federal nº 9.433/97 estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, que tem como objetivo a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, visando garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos. A lei estabelece a gestão descentralizada dos recursos hídricos, com a participação da sociedade e do poder público em níveis federal, estadual e municipal (MMB, 2021).

Dentro desse contexto, a Lei nº 9.984/2000 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e pela regulação

dos serviços públicos de saneamento básico em todo o país. A ANA tem como objetivo a promoção da gestão integrada dos recursos hídricos, o que inclui o controle de qualidade da água destinada ao consumo humano (ANA, 2022).

No Brasil, a água mineral é considerada um produto alimentício e sua comercialização é regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), responsável pela fiscalização e regulamentação do setor. A Portaria MS nº 2914/2011 estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, definindo os parâmetros de qualidade e os limites máximos permitidos para cada um deles.

Os parâmetros definidos pela Portaria MS nº 2914/2011 são baseados em estudos científicos e têm como objetivo proteger a saúde da população. Entre os parâmetros, estão incluídos aspectos organolépticos, como cor, odor e sabor, e aspectos físico-químicos, como pH, turbidez, dureza, alcalinidade, entre outros. Além disso, são definidos limites máximos permitidos para a presença de substâncias como alumínio, bário, chumbo, manganês, nitrato, nitrito e outros, que podem ser prejudiciais à saúde humana.

2.4 GESTÃO E QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL

A demanda por água potável é uma questão global que requer soluções sustentáveis e inovadoras. A distribuição de água mineral ou potável por meio de chafarizes eletrônicos é uma das alternativas que têm sido utilizadas para atender a essa demanda. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), mais de 2 bilhões de pessoas não têm acesso a água potável em todo o mundo (ONU, 2021). Esse cenário reforça a importância de métodos inovadores de distribuição de água, como os chafarizes eletrônicos.

A gestão e qualidade da água potável são desafios importantes a nível global, uma vez que a água é essencial para a vida e a sua qualidade afeta diretamente a saúde humana e o meio ambiente. A falta de acesso a água potável e saneamento básico é um problema enfrentado por muitas pessoas em todo o mundo, especialmente em países em desenvolvimento. Além disso, a crescente demanda por água potável devido ao aumento da população, urbanização e mudanças climáticas, torna a gestão e a qualidade da água ainda mais importantes (GLEICK, 2020; EPA, 2021).

As mudanças nas condições climáticas podem afetar a disponibilidade de água e a qualidade da água, bem como a ocorrência de eventos extremos, como enchentes e secas. A sua

gestão deve levar em consideração as mudanças climáticas e adaptar-se a elas, para garantir a disponibilidade suficientemente e sua boa qualidade (NAITZEL, 2023).

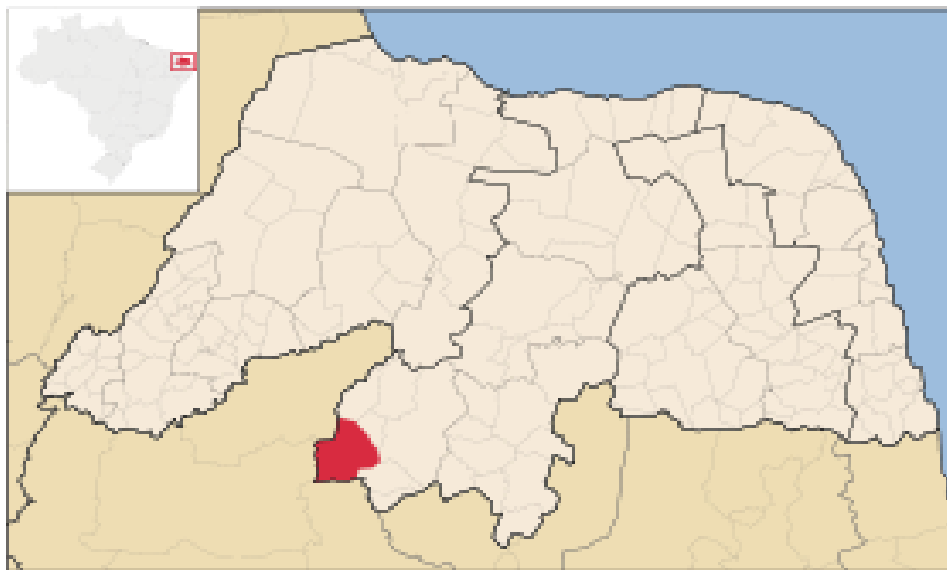
A gestão da água também deve incluir medidas para garantir a sustentabilidade a longo prazo dos recursos hídricos. Isso inclui a gestão integrada dos recursos hídricos, que considera a água como um recurso finito e limitado, e a gestão da demanda de água, que busca reduzir o consumo de água através de práticas sustentáveis (ONU, 2021).

Para enfrentar esses desafios, é necessário o envolvimento de governos, empresas, organizações da sociedade civil e comunidades locais. É importante desenvolver políticas e estratégias eficazes para a gestão da água, bem como investir em tecnologias e infraestruturas para a produção, distribuição e tratamento da água. Além disso, é importante educar a população sobre a importância da água e incentivar práticas sustentáveis para o uso da água (WWC, 2018).

2.5 MUNICÍPIO DE SERRA NEGRA-RIO GRANDE DO NORTE

A área de estudo foi a cidade de Serra Negra do Norte, município na região Nordeste do Brasil. Está localizado a 6°39'S e 37°23'W, respectivamente, na mesorregião do Seridó e na microrregião do Seridó Ocidental. O clima semiárido da cidade, com vegetação de caatinga e chuvas irregulares, é típico do sertão nordestino (IBGE, 2021).

Figura 1- Mapa do estado do Rio Grande do Norte-RN, em destaque o município de Serra Negra do Norte-RN.



Fonte: Familysearch.org, 2024.

2.6 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

A água desempenha um papel essencial no abastecimento público em todas as regiões do mundo. No entanto, no Nordeste brasileiro, sua importância é ainda mais destacada devido ao clima semiárido predominante e à baixa frequência de chuvas. Este recurso é vital para a vida humana, sendo utilizado não apenas para o consumo direto, mas também em atividades essenciais, como a produção de alimentos, processos industriais e geração de energia.

De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas), no Nordeste brasileiro, a água é utilizada principalmente para a irrigação de culturas agrícolas, sendo responsável por cerca de 90% do consumo total de água na região. No entanto, o abastecimento público também é uma questão crítica, especialmente em cidades menores e mais afastadas dos grandes centros urbanos.

Atualmente, a água para o abastecimento público se tornou uma problemática em muitas regiões do mundo, incluindo o Nordeste brasileiro. Isso se deve, em grande parte, à escassez hídrica causada pela falta de chuvas e ao uso inadequado dos recursos hídricos. Além disso, o aumento da demanda por água devido ao crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico também contribui para a problemática.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 12% dos municípios do Nordeste brasileiro enfrentam problemas de abastecimento de água, sendo que alguns chegam a enfrentar racionamento e falta de água durante períodos de seca prolongada (como acontece no município de Serra negra do Norte). Isso afeta diretamente a população, que muitas vezes precisa recorrer a fontes alternativas de água, como poços artesianos e carros-pipa.

Diante disso, uma possível aplicação prática para amenizar os impactos causados pela falta de água no município de Serra negra do Norte seria a implementação de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva. Esses sistemas consistem em estruturas como calhas, cisternas e tanques que coletam a água da chuva que cai nos telhados e outras superfícies e a armazenam para uso posterior.

Essa medida já tem sido adotada em alguns municípios do Nordeste brasileiro, como é o caso de Cabaceiras, na Paraíba, que se tornou referência nacional em captação e armazenamento de água da chuva. A implementação desses sistemas pode contribuir para reduzir a dependência da população em relação aos recursos hídricos disponíveis na região e, conseqüentemente, minimizar os impactos causados pela escassez de água (ANVISA, 2019).

2.7 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. Neste texto, serão apresentadas algumas perspectivas importantes sobre a utilização de chafarizes eletrônicos e suas implicações para a gestão da água.

Figura 2- Chafariz Eletrônico.



Fonte: Jair Sampaio, 2021.

Chafariz eletrônico é um sistema moedeiro, que funciona por pulsos que dispersam água a partir de moedas de R\$ 0,25, R\$ 0,50, R\$ 1,00e 2,00 R\$; com um sistema que regula os valores para dispensar a água de acordo com o preço que o cliente indicar na programação do próprio equipamento (Figura 3A) o fornecimento da água é realizado por caminhão pipa específico para carregamento de água potável com licenciamento (figura 3B). A origem da água que abastece a maioria desses chafarizes é oriunda de poços do Município de Caicó-RN.

**Figura 3A- Chafariz eletrônico de comercialização de água para consumo humano;
Figura 3B- caminhão pipa abastecendo chafariz eletrônico de água**



Fonte: Revista OWL, 2023.

De acordo com a secretaria Municipal de Saúde, que fez uma análise qualitativa de alguns chafarizes das proximidades. Apesar de ser um meio fácil de comercialização, a água é alimento e possui um alto risco de contaminação e transmissão de doenças, necessitando assim, de um maior cuidado no momento da captação, transporte, armazenamento e revenda, bem como, uma série de medidas necessárias para a garantia de sua potabilidade, uma vez que, nesta modalidade a água comercializada não é mineral e nem adicionada de sais, podendo ser considerada uma água bruta, necessitando desta forma de uma tratamento e um controle de qualidade espedido por uma profissional responsável. (JUNIOR; LACERDA, 2023).

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece como padrão de potabilidade, para a água potável destinada ao consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Dessa forma, o monitoramento das condições da água para o consumo deve ser realizado e neste sentido existem ações destinadas à vistoria rotineira da qualidade da água, que é indispensável para determinar uma segurança para o consumo, no que diz respeito à contaminação de águas para consumo humano (JUNIOR; LACERDA, 2023).

Esses equipamentos são fiscalizados por livre demanda ou por solicitação do proprietário. A secretaria municipal de saúde local (SMS) ressalta que, toda empresa ou ponto comercial que queira instalar a atividade deverá procurar inicialmente a Vigilância Sanitária do município para requerer sua liberação de funcionamento. (JUNIOR; LACERDA, 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 (GUPTA et al., 2020).

Outra perspectiva positiva sobre a utilização de chafarizes eletrônicos é que eles podem ajudar a reduzir a dependência de fontes de água imprópria, 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 inadequadas pode ajudar a proteger o meio ambiente, reduzindo a poluição da água e a degradação do ecossistema.

Cada vez mais pessoas estão usando essa tecnologia em localidades rurais e urbanas onde há pouca ou nenhuma água potável disponível. Os chafarizes eletrônicos também podem ser uma solução para a falta de água em locais onde a escassez de água é um problema. Uma maneira de solucionar a demanda do abastecimento público, e a sobrecarga dos sistemas de distribuição, é a instalação desses equipamentos em áreas urbanas. Esses equipamentos podem suprir a população como um todo, rural e urbana. (FONSECA et al., 2019).

2.8 FUNCIONAMENTO

Um chafariz eletrônico (Figura 3.) 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 (Figura 3), (ABNT NBR 6023, 2018).

Figura 4- Funcionamento interno de um Chafariz Eletrônico.



Fonte. EletroSol.com, 2023.

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 (JÚNIOR, F. C. DE M. et al., 2024).

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). Empresas que desejam associar sua imagem em ações de responsabilidade social e de sustentabilidade, além de promover positivamente sua marca têm usado esses tipos de

sistemas. A utilização desses equipamentos em locais públicos, como praças e parques, permite que empresas tenham maior visibilidade e alcance junto ao público-alvo, associando sua marca em uma ação positiva e de utilidade pública. Além de serviços de manutenção e monitoramento de equipamentos, essas empresas podem fornecer projetos de personalização e tecnologia inovadoras (JUNIOR, 2023).

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).

2.9 SISTEMA DE REABASTECIMENTO DOS CHAFARIZES

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 (SILVA et al, 2019).

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. A água deve ser tratada antes de ser armazenada para garantir a qualidade (MOURA, 2022).

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 (SANTOS, 2020).

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. Pode ser necessário incorporar um sistema de backup, como geradores ou sistemas de armazenamento de energia (SANTOS, 2020).

Alguns autores afirmam que vários procedimentos devem ser implementados para garantir o armazenamento adequado da água. Para evitar a contaminação da água por metais ou

outros materiais, uma das principais práticas é garantir que o reservatório de armazenamento seja construído com materiais de alta qualidade que sejam resistentes à corrosão. Para evitar a proliferação de bactérias e outros microrganismos, é fundamental manter o reservatório em boas condições de higiene, limpeza e desinfecção regulares. (MOURA, 2022).

Antes do armazenamento, é necessário tratar adequadamente a água armazenada para garantir sua qualidade e potabilidade. A utilização de cloro ou outros produtos químicos para eliminar os microrganismos na água pode ser um exemplo disso. Para evitar que insetos, animais ou outras fontes de contaminação entrem na água armazenada, é fundamental garantir que o reservatório tenha uma vedação adequada (MARTIN, 2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A área de estudo foi na cidade de Serra Negra do Norte, município situado no estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente na região do Seridó, uma sub-região que abrange o centro-sul do estado e parte da Paraíba. Localiza-se a cerca de 320 km da capital Natal e a apenas 30 km de Caicó, principal cidade da região. A cidade é vizinha de municípios como São João do Sabugi, Caicó e Patos (na Paraíba). Está posicionada próxima à divisa entre os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, o que faz dela um ponto de interseção entre as culturas desses dois estados (IBGE, 2022).

3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES

Para a identificação e caracterização dos chafarizes, foram realizadas visitas aos pontos de venda de água mineral (chafariz), para observação de algumas informações como, identificação da fachada, laudos de qualidade, alvará sanitário ou licença de funcionamento, local de armazenamento; buscando assim identificar fatores que possam influenciar na qualidade da água mineral vendida. Informações sobre o local de armazenamento da água mineral vendida, utilização ou não de tampa de proteção, fonte de fornecimento da água mineral, transporte para o reabastecimento, forma de retirada da água, utilização de algum método de tratamento (cloração, filtração), número de lavagens anuais do reservatório e aspectos sanitários gerais do local, também foram realizadas.

Os participantes da pesquisa não foram identificados objetivando manter a imparcialidade das informações.

3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As coletas das amostras de água mineral foram realizadas durante os meses de fevereiro a setembro 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) e pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

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 de vidro âmbar 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 Solos e Qualidade de Água da UFERSA, sendo estas mantidas sob refrigeração até a realização das análises de qualidade físico-químicas.

4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para determinação da qualidade físico-químicos foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza total, oxigênio dissolvidos, turbidez, potássio, sódio e salinidade; Todos os procedimentos analíticos foram realizados nos 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.

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 $10,00 \pm 0,01$.

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.

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 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

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.

4.5 POTÁSSIO(K)

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.

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.

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).

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

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.

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

Onde: f_{Ca} = molaridade do *EDTA* · *MM CaCO₃*

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.

4.10 FERRO

A medição do ferro foi feita por meio de métodos fotométricos, como o de 1,10-fenantrolina ou o da triazina. A escolha do método depende da precisão necessária, da faixa de medição e da aplicação.

4.11 CÁLCIO

Para determinação da 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.

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

Onde: f_{Ca} = molaridade do *EDTA* · *MM Ca*

5. 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).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os chafarizes têm uma caixa de PVC com uma tampa de proteção para armazenar a água, e todos têm uma bomba automática para retirar a água, como mostra a Tabela 1. A água não é tratada em nenhum dos chafarizes, o que pode prejudicar a qualidade caso a água chegue contaminada ao estabelecimento.

Tabela 1 – Caracterização dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-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.

A pesquisa identificou que os chafarizes do município de Serra Negra – RN **não possui**, laudos de qualidade, alvará sanitário e ou licença de funcionamento estando em desconformidade, de acordo com o estabelecido pela legislação.

Diante disso, esta pesquisa constata a implementação de medidas para sanar as desconformidades detectadas e garantir a saúde da população e a qualidade da água mineral comercializada nos chafarizes do município de de Serra Negra do Norte – RN.

O estudo sobre a qualidade da água mineral vendida nos chafarizes de Serra Negra do Norte - RN apresentou resultados positivos e negativos. Por um lado, a água, em geral, é boa para beber, atendendo aos limites estabelecidos pela legislação brasileira para diversos parâmetros físico-químicos, como pH (entre 6,0 e 9,0), condutividade elétrica (entre 50,0 e 1500,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos dissolvidos totais (limite máximo de 1000 mg/L), dureza total (limite máximo de 500 mg. L⁻¹), turbidez (até 5,0 NTU), ferro (limite máximo de 0,3 mg/l) e outros. Além disso, a água possui baixos níveis de sais minerais dissolvidos, o que é benéfico para a saúde, e apresenta níveis adequados de oxigênio dissolvido, garantindo sabor e frescor agradáveis.

Por outro lado, a pesquisa revelou a preocupante ausência de cloro em todos os chafarizes analisados, o que coloca em risco a saúde da população, pois o cloro é essencial para a desinfecção da água, eliminando microrganismos que podem causar doenças. A pesquisa também constatou que nenhum dos chafarizes realiza o tratamento da água antes da venda. Isso é um grave problema, pois a água, mesmo proveniente de fontes subterrâneas, pode ser contaminada, necessitando de tratamento para garantir sua potabilidade. É importante ressaltar que a legislação brasileira, através da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011 e da Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005, entre outras, estabelece padrões rigorosos para a qualidade da água destinada ao consumo humano.

Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela legislação brasileira, indicando que a água mineral comercializada está adequada para o consumo humano, é fundamental que os proprietários dos chafarizes sejam conscientizados e capacitados sobre a importância do tratamento da água, da correta manipulação e armazenamento, e da necessidade de seguir as normas de segurança para garantir a saúde dos consumidores. A água é um bem essencial para a vida e a saúde da população, e a garantia de sua qualidade é um compromisso de todos.

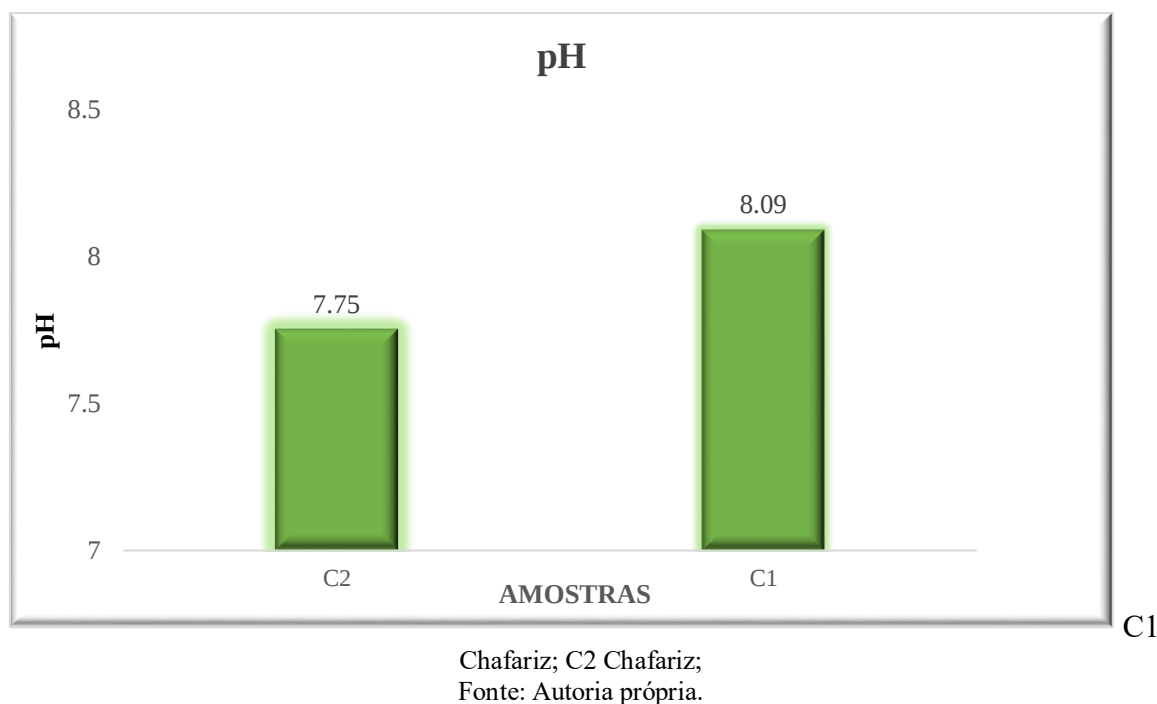
7. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

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.

7.1 PH

A água mineral comercializada na região do município de Serra Negra do Norte-RN apresentou pH levemente básico, de acordo com as características das fontes da região; os teores médios de pH das amostras de água dos chafarizes, variaram entre 8,09 e 7,75 estando em sua maioria em conformidade com os parâmetros estipulados pela legislação, segundo a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 que estabelece valores de 6,0 a 9,0 como pH adequado para água potável (Gráfico 1)

Gráfico 1- Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.



Em comparação com estudos realizados no mesmo segmento de pesquisa, no caso sobre a qualidade da água mineral comercializada em chafarizes eletrônicos, em dois municípios diferentes próximo ao local desta pesquisa: Catolé do Rocha, Caraúbas. A análise do parâmetro pH nesses estudos é particularmente relevante para este estudo, que aborda a mesma temática em Serra Negra do Norte-RN.

Em Catolé do Rocha, o estudo indica que o pH médio da água nos chafarizes analisados ficou próximo da neutralidade (pH 7), variando de 6,92 a 7,04. Este resultado está dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 (6,0 a 9,0) (ROBERTA, 2023).

Já em Caraúbas, o estudo revela uma maior variação nos níveis de pH, com valores entre 5,81 e 7,36. Enquanto a maioria das amostras se encontra dentro dos limites estabelecidos pela legislação, o Chafariz C2 apresentou pH 5,81, considerado ácido e fora dos padrões para água potável. O estudo destaca que o pH da água pode ser influenciado por diversos fatores, como a presença de minerais e a qualidade da fonte de água, e que níveis muito altos ou muito baixos podem ser prejudiciais à saúde (FRANARLLY, 2023).

A comparação dos resultados de pH nos dois municípios demonstrou que, mesmo em localidades próximas, a qualidade da água pode variar, reforçando a importância de análises específicas para Serra Negra do Norte-RN. Adicionalmente, os estudos indicam que a fonte de água utilizada pelos chafarizes, o processo de tratamento (ou a falta dele) e as condições de armazenamento podem influenciar significativamente o pH da água.

7.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

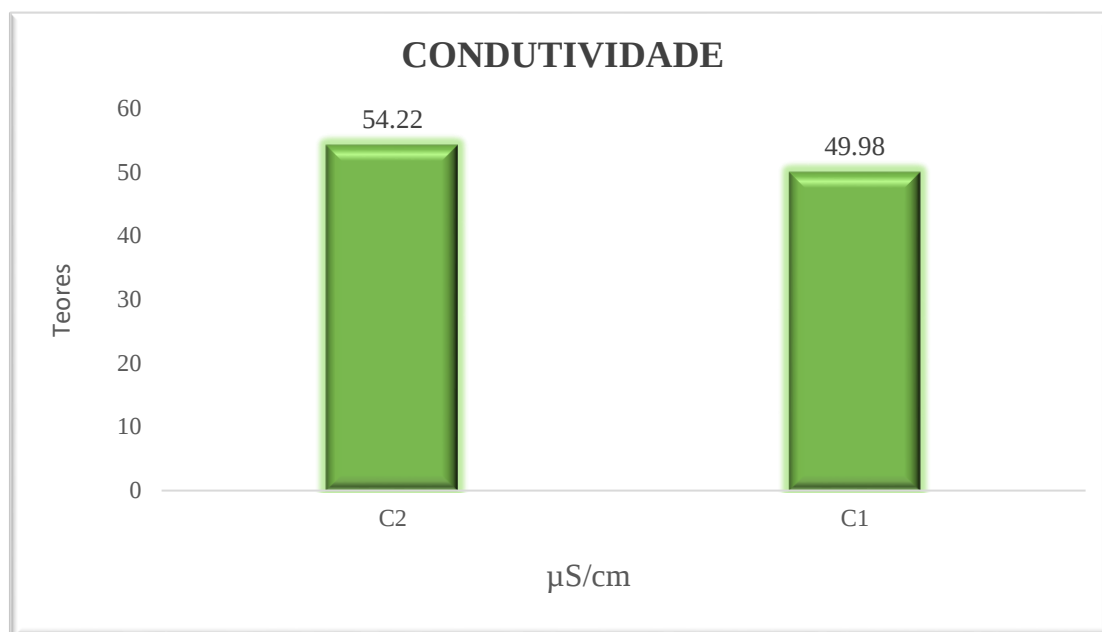
A condutividade elétrica é um parâmetro que mede a capacidade da água de conduzir eletricidade, o que está relacionado à presença de íons dissolvidos na água. Embora não indique quais íons estão presentes em uma determinada amostra de água, esse parâmetro pode ser útil para identificar possíveis impactos ambientais

Embora a condutividade elétrica em si não represente um risco direto para a saúde humana, seu valor pode ser usado para estimar a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), que pode representar um problema potencial. O excesso de SDT na água pode torná-la implantável, causar problemas de corrosão nas tubulações e levar ao acúmulo de sais na corrente sanguínea, o que pode resultar na formação de cálculos renais.

De acordo com as normas da NBR, é importante destacar que a qualidade da água deve ser avaliada regularmente, especialmente em relação aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. É fundamental que os resultados dessas análises sejam utilizados para identificar possíveis riscos à saúde e, se necessário, tomar medidas corretivas para garantir que a água fornecida à população seja segura e saudável para o consumo.

Os resultados encontrados para condutividade elétrica estão em um intervalo de variação de 49,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 54,22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de acordo com a Figura 2.

Gráfico 2 – Teores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz.

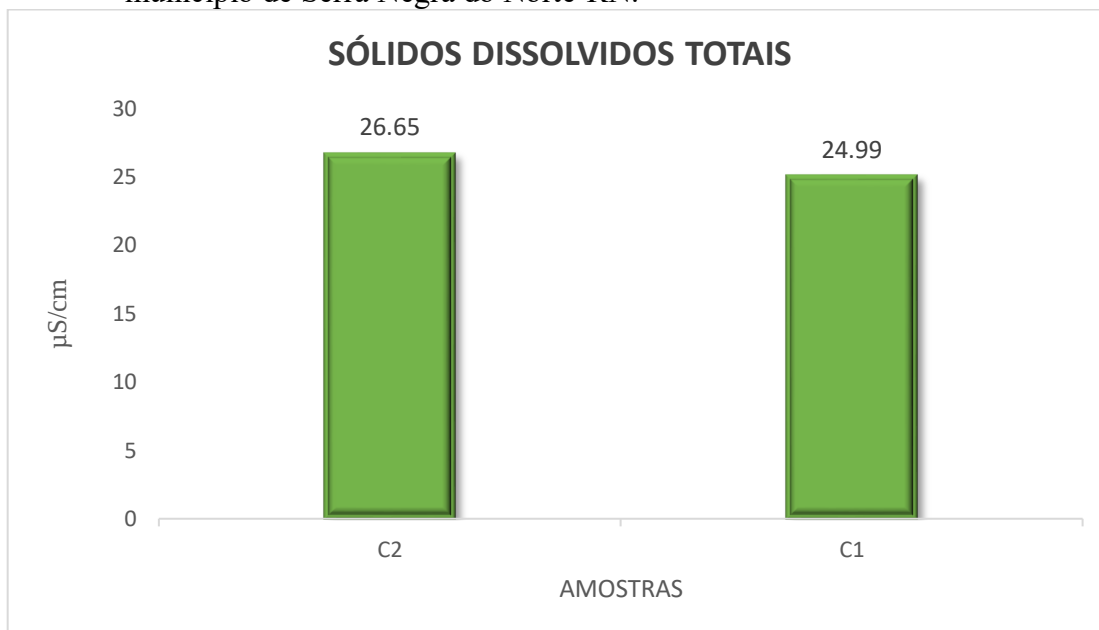
Fonte: Autoria própria.

A legislação segundo a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011, Resoluções do CONAMA nº 357 de 2005 e nº 396 de 2008, estabelece valores de 50,0 a 1500,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como valores adequados para água potável. Com base nos valores encontrados, todas as amostras estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação.

7.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT)

Os Os valores médios encontrados para SDT estão em um intervalo de variação de 24,99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou (12,49 mg/L) a 26,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou (13,32 mg/L), conforme indicado abaixo no (Gráfico 3). Utilizou se para conversão a proporção de 1 micro Siemens / centímetro [$\mu\text{S}/\text{cm}$] = 0,5 TDS, partes por milhão (mg/L).

Gráfico 3 – Teores médios de sólidos dissolvidos totais ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.



C1 Chafariz; C2 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

O Ministério da Saúde estabelece que 1000 mg/l de SDT deve ser o limite para águas destinadas a consumo humano. Neste sentido, todas as amostras estão em acordo com a legislação vigente o que as tornam apropriadas ao consumo humano, quanto a este quesito.

A estimativa de SDT através de sua relação com a condutividade elétrica tem sido proposta como uma alternativa rápida e fácil para conhecer uma concentração relativa de sais presentes nas amostras de águas (Oliveira et al., 2009; AHPA, 1999). No entanto, a multiplicação da Condutividade Elétrica (CE) por 0,64 só é recomendada para águas com CE inferior a 5.000 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (Casali, 2008). Essa determinação só é possível devido ao fato de que a CE é proporcional ao teor de sais e aumenta na mesma medida.

Comparando estudos conduzidos em áreas próximas, os níveis de SDT permaneceram abaixo do limite máximo de 1000 mg/L, definido pela legislação brasileira para água potável. Embora os valores de SDT estejam dentro dos padrões de segurança, a variação entre os municípios nos valores de SDT indica a influência de elementos locais, como a geologia do solo e a existência de atividades humanas na química da água.

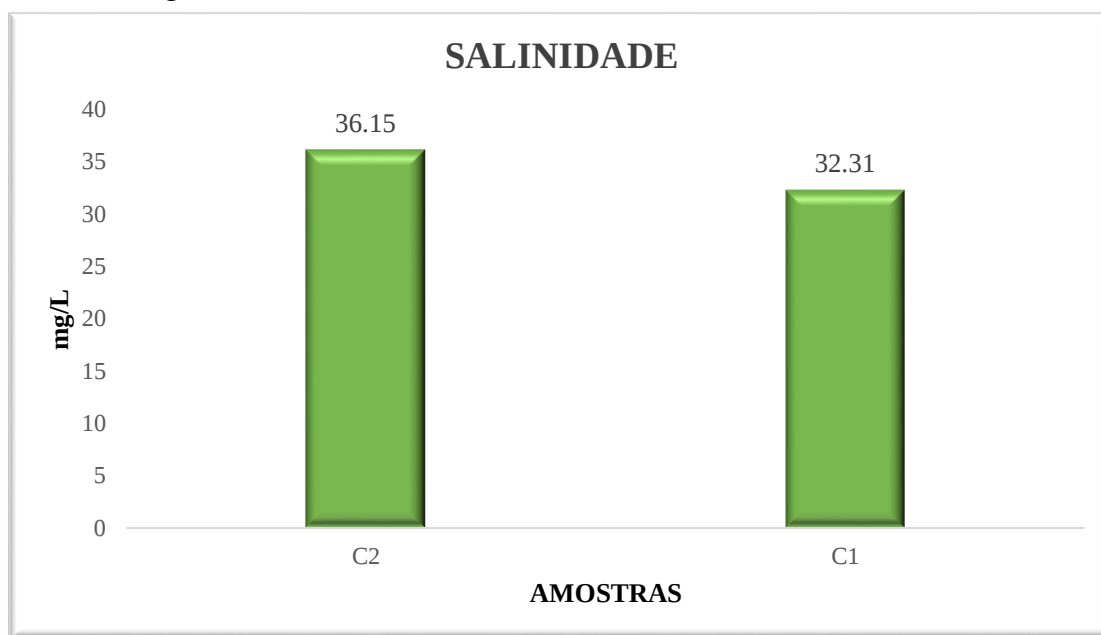
Mesmo em níveis seguros, a presença de SDT na água pode alterar suas propriedades organolépticas, como o gosto, e afetar a saúde humana a longo prazo. Elevadas concentrações de SDT podem dar à água um gosto desagradável, tornando-a salgada. Ademais, o uso constante

de água com elevada concentração de SDT pode estar ligado a complicações de saúde, como a formação de cálculos renais, particularmente em pessoas propensas (COELHO, 2023).

7.4 SALINIDADE

Para a salinidade (Gráfico 4), as amostras apresentaram teores que variaram entre 32,31 e 36,15 mg/l.

Gráfico 4- Teores médios de salinidade (mg/L) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-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 os chafarizes C1 e C2 apresentou um valor mais elevado para salinidade; podendo ser justificado pelo fato desses chafarizes serem abastecido por água de poços profundos subterrâneo, onde teores elevados de salinidade são considerados comuns para essa região.

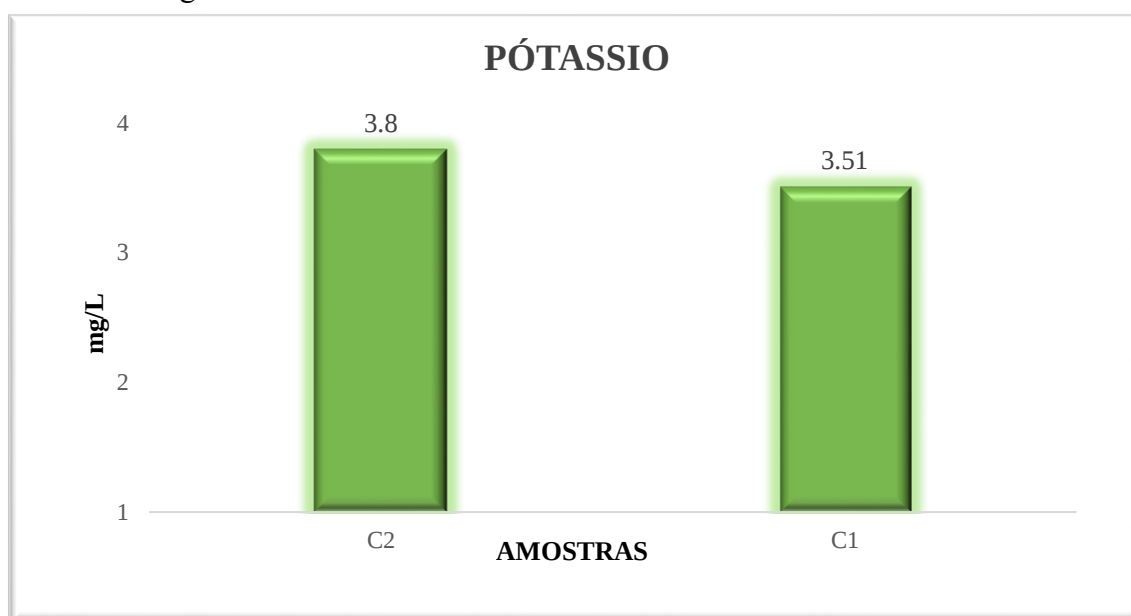
O chafariz C2 exibiu um valor ligeiramente superior de salinidade em relação ao C1, o que pode ser explicado pelo fato de este chafariz receber água de um poço profundo subterrâneo, onde os níveis elevados de salinidade são vistos como habituais para essa área.

7.5 POTÁSSIO (K)

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

Os teores de potássio das amostras de água foram 3,51 e 3,8 mg/l (Gráfico 5).

Gráfico 5- Teores médios de potássio (mg/L) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte-RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz.
Fonte: Autoria própria.

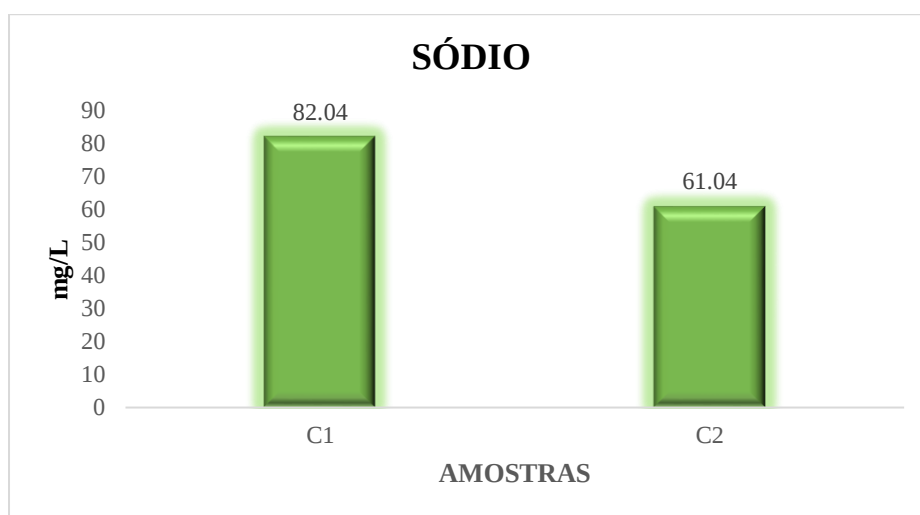
Esteves (2011), relatou valores semelhantes ao deste estudo, apresentando concentrações médias de potássio obtidas em suas amostras de 36,86 mg L⁻¹.

O potássio, presente em baixas quantidades nas águas naturais, tem na lixiviação de rochas sua principal fonte natural. Logo, a origem antrópica é uma das principais, pois é um componente usado na indústria e na agricultura (FREIRE, 2023).

7.6 SÓDIO (NA⁺)

Os valores médios de sódio das amostras de água variaram entre 81,04 e 61,4 mg.L⁻¹ (Gráfico 6).

Gráfico 6- Teores médios de sódio (mg/L) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz;
Fonte: Autoria própria.

A Portaria nº 2914/11 do MS permite no máximo 200 mg.L⁻¹ de sódio, revelando que, em relação a esse elemento, as águas estão adequadas ao consumo humano. Neste sentido, as amostras dos chafarizes C1 e C2 demonstraram valores dentro dos limites dos parâmetros estipulado pela legislação Portaria nº 2914/11 do MS.

Também evidenciamos que o valor mais elevado apresentado para sódio de foi o da amostra C1; sabe-se que a fonte de abastecimento deste chafariz é feita por água de poço subterrâneo, onde, teores elevados de sódio para a água dessas fontes são considerados normais para poços com elevada profundidade desta região.

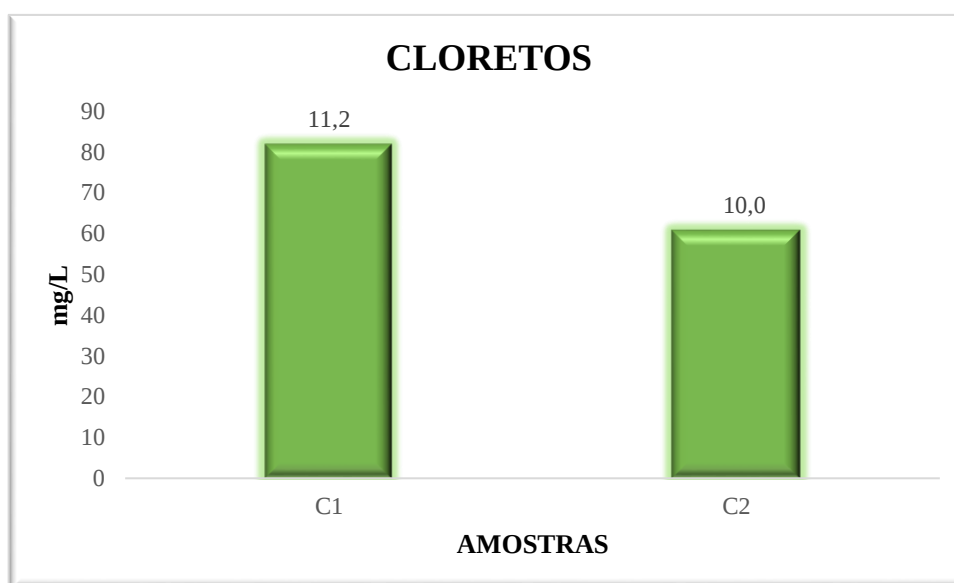
Kemerich et. al. (2013), estudando a qualidade da água oriunda do escoamento superficial simulado em bacia hidrográfica do Rio Vacacaí- Mirim, no Rio Grande do Sul, encontrou valores de sódio entre 2,0 e 171 mg.L⁻¹, valores próximos aos encontrados neste estudo. A concentração de sódio na água acima de 200 mg.L⁻¹ provoca gosto desagradável, podendo ser fator de restrição ao seu consumo humano.

O sódio é um dos elementos encontrado em maior abundância na terra, sendo solúvel em água (Lucas et al., 2014). Segundo a USEPA (2015), o sódio pode entrar nos corpos d'água por fontes naturais ou antrópicas. No primeiro caso pode ser por lixiviação das rochas e no segundo caso por esgotos sanitários, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas (CETESB, 2012). Segundo a CETESB (2012), as concentrações de sódio em águas superficiais variam consideravelmente por fatores como a geologia do local, descargas de efluentes, o uso sazonal de sais nas rodovias e o uso de fertilizantes na agricultura.

7.7 CLORETOS

Quanto as teores de cloreto, as amostras apresentaram um intervalo de variação de 10,0 mg.L⁻¹ a 11,2 mg.L⁻¹ (Gráfico 7).

Gráfico 7- Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz;
Fonte: Autoria própria.

Esses valores se encontram abaixo dos limites estipulados pela legislação vigente, segundo o Ministério da Saúde Portaria nº 2914/11; Todos os chafarizes apresentaram teores de cloretos abaixo dos parâmetros estipulados pela legislação demonstrando assim não estarem em conformidade, segundo a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 para este quesito.

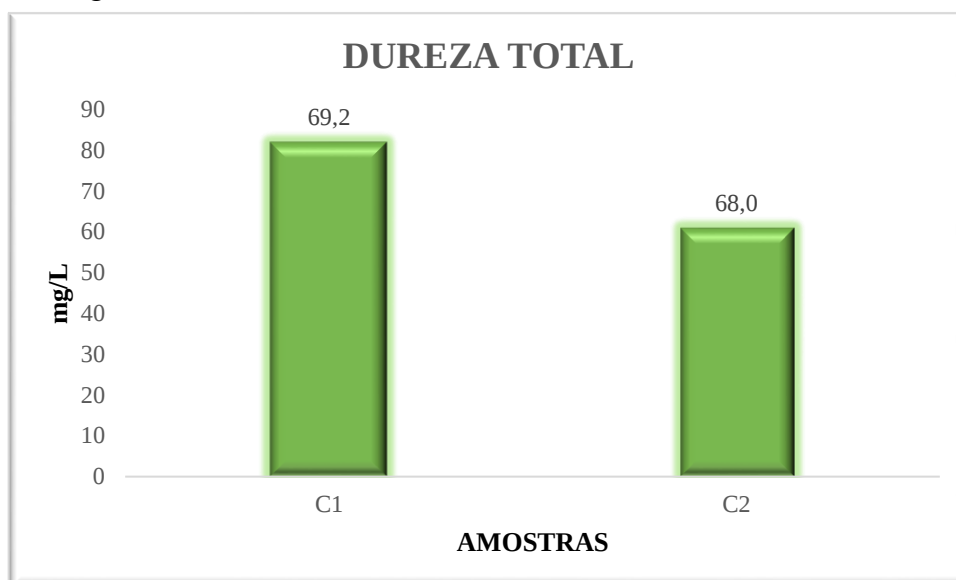
Segundo Amorim e Porto (2001), os teores de cloreto nas águas das chuvas encontram-se entre 0,01 e 0,03 mg.L⁻¹. Esses valores baixos de cloretos em água de chuva ocorrem devido

à baixa concentração de constituintes químicos na mesma. Em todas os chafarizes analisados, nenhum proprietário relatou que fazia uso de tratamento com cloro na própria unidade. Tal concentração mínima de cloreto é importante pelo fato que o cloro age oxidando e destruindo microrganismos que podem provocar doenças.

7.8 DUREZA TOTAL

Os valores para CaCO_3 (mg/l) nas amostras estudadas, oscilaram entre 68,0 a 69,2 mg. L^{-1} (Gráfico 8).

Gráfico 8- Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – 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, e C2 demonstraram valores conformes segundo os parâmetros estipulado pela legislação nacional.

A dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução. A qualidade da água é diretamente influenciada pela sua dureza. Em graus moderados, a dureza pode não ser um obstáculo para a maioria das pessoas, e alguns até optam por água com uma certa concentração de minerais, já que seu sabor é mais agradável. Contudo, a água extremamente dura pode causar diversos problemas.

Por exemplo, em ambientes residenciais, a água áspera pode resultar em acúmulo de incrustações em canos, aquecedores e outros aparelhos que utilizam água quente, além de diminuir a eficiência de sabões e detergentes, resultando em um maior uso desses produtos. Isso acontece porque os íons de cálcio e magnésio interagem com os elementos dos sabões, resultando na formação de compostos insolúveis (FOLHA, 2024).

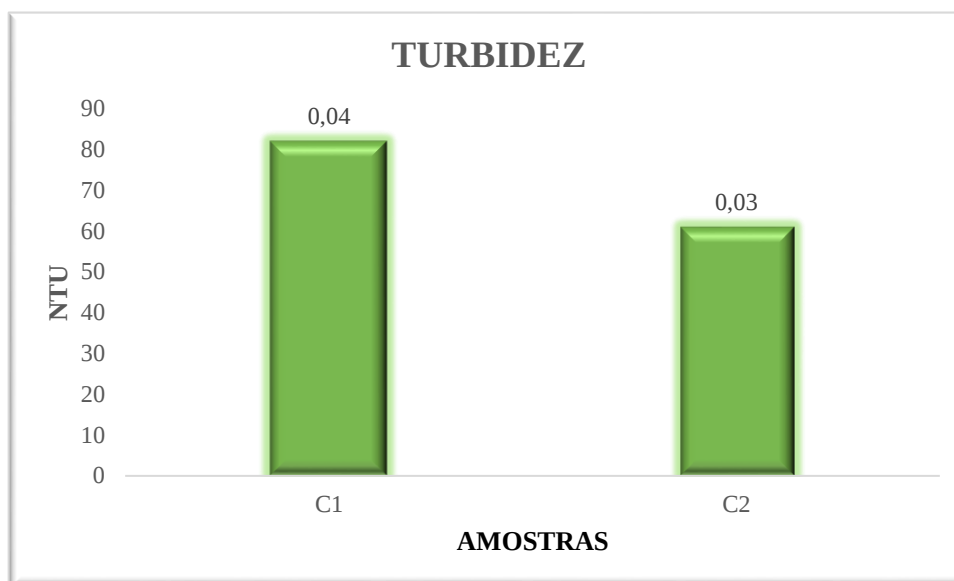
Por outro lado, águas extremamente fluidas, com escassos minerais, podem ser corrosivas, causando danos ao sistema de canalização. Em termos de saúde, o consumo de água dura não é nocivo e pode até mesmo proporcionar quantidades extras de cálcio e magnésio, minerais essenciais para o corpo.

7.9 TURBIDEZ

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.

Todas as amostras analisadas apresentaram valores de turbidez em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde que é de até 5,0 NTU.

Gráfico 9- Valores médios de turbidez total (NTU) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz;

Fonte: Autoria própria.

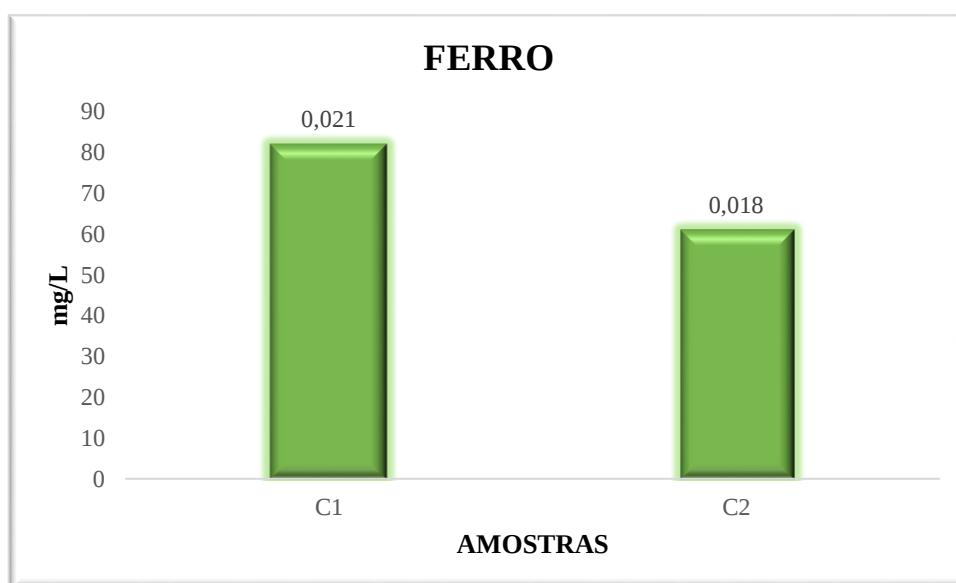
A turbidez na água mineral afeta diretamente a qualidade percebida pelo consumidor e os padrões de segurança. Apesar de a água mineral normalmente ser obtida de fontes subterrâneas, o que geralmente a resguarda de grandes quantidades de partículas, a existência de qualquer nível relevante de turbidez pode suscitar dúvidas sobre a contaminação. Níveis elevados de turbidez podem sinalizar a existência de compostos indesejados, tais como resíduos orgânicos, detritos ou até contaminantes microbiológicos, tais como bactérias, vírus e protozoários. Isso ocorre porque as partículas suspensas podem atuar como refúgio para micro-organismos, tornando mais difícil a sua eliminação em procedimentos de desinfecção (FOLHA, 2024).

Além de prejudicar a aparência da água, a alta turbidez pode afetar a sua qualidade para consumo. As normas de qualidade da água mineral podem variar, porém, em diversos países, é necessário que os níveis de turbidez sejam extremamente baixos para assegurar a qualidade. Por exemplo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere que a turbidez não ultrapasse 1 NTU para garantir a eficácia do tratamento de desinfecção.

7.10 FERRO

Os valores de ferro para as amostras de água analisadas, encontraram-se entre 0,018 a 0,021 (Gráfico 10).

Gráfico 10- Teores médios de ferro (mg/L) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz;
Fonte: Autoria própria.

No Brasil, a **Portaria GM/MS nº 888/2021** estabelece os parâmetros de potabilidade da água para consumo humano, incluindo limites de metais como ferro. Essa portaria substituiu a anterior (Portaria de Consolidação nº 5/2017), reforçando a vigilância da qualidade da água e o controle de substâncias químicas.

O limite máximo de ferro permitido para sistemas de fornecimento e soluções alternativas é de 0,3 mg/L. Este limite tem como objetivo evitar tanto efeitos na saúde quanto questões sensoriais (como mudanças no gosto, cor e cheiro da água). Concentrações superior ao permitido podem proporcionar um sabor metálico e provocar manchas em superfícies e vestimentas durante o uso doméstico, além de afetar a aceitação dos consumidores.

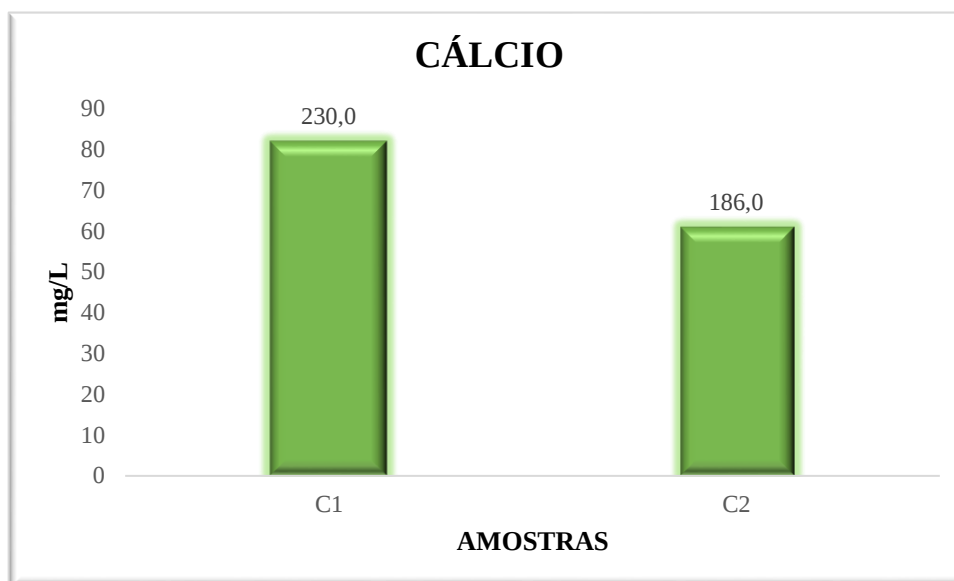
Os padrões de potabilidade estabelecidos na portaria também se aplicam aos sistemas de chafarizes eletrônicos. Como vários desses sistemas dependem de fontes locais ou subterrâneas, é crucial verificar com frequência a presença de ferro, especialmente se a água for proveniente de poços artesianos. Se os níveis de ferro ultrapassarem o limite, ações corretivas, como filtragem específica ou tratamentos com agentes de precipitação, devem ser implementadas para assegurar a potabilidade e prevenir complicações como corrosão ou manchas nos equipamentos e estruturas dos chafarizes.

Dessa forma, a Portaria nº 888/2021 determina que todas as entidades encarregadas da distribuição de água, incluindo soluções alternativas, realizem a supervisão constante e assegurem a aderência aos padrões estabelecidos. Sistemas de abastecimento ineficientes podem ser compelidos a estabelecer Planos de Segurança da Água, de acordo com os protocolos estabelecidos pelo Ministério da Saúde e em consonância com as orientações da Organização Mundial da Saúde.

7.11 CÁLCIO

Os valores de cálcio para as amostras de água analisadas, encontraram-se entre 230,0 a 186,0 (Gráfico 11).

Gráfico 11- Teores médios de cálcio (mg/L) na água dos chafarizes do município de Serra Negra do Norte – 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.

8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises foram feitas em triplicatas e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de Serra Negra do Norte, RN.

Análises	C1	C2	Média	Legislação (VMP)
pH	8,09a	7,75b	7,9	6 a 9
CE (µS/cm)	49,98b	54,22a	52,1	--
Salinidade (mg/l)	32,31b*	36,15a*	34,2	5,0
Potássio K ⁺ (mg/l)	3,51b	3,8a	3,7	10
Na ⁺ (mg/l)	63,30b	69,22a	66,3	200
Cloretos Cl ⁻ (mg/l)	10,0b	11,2b	10,6	>250
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	68,00b	69,2a	68,6	500
Turbidez (NTU)	0,03b	0,04a	0,0	0,5
SDT	24,99b	26,65a	25,8	1000
Ferro (mg/l)	0,018b	0,021a	0,0	0,3
Cálcio (mg/l)	230,0a	186,0b	208,0	--

CE – Condutividade elétrica; Na⁺ – Sódio; SDT – Sólidos dissolvidos totais; OD – Oxigênio dissolvido;

* Valores em desacordo com a legislação, 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.

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

9. CONCLUSÃO

A caracterização físico-química de qualidade das amostras de água mineral dos chafarizes do município de Serra Negra – RN, estão em conformidade com os padrões exigidos pela legislação vigente, para todas as características físico-químicas avaliadas. Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela legislação brasileira, como a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, a Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005 e portaria de consolidação do Ministério da Saúde (MS) nº 05/2017, de 28 de setembro de 2017, indicando que a água mineral comercializada está é adequada para o consumo humano.

Entretanto, a pesquisa identificou que os chafarizes do município de de Serra Negra – RN não possuem, laudos de qualidade, alvará sanitário e ou licença de funcionamento estando assim em desconformidade, de acordo com o estabelecido pela legislação.

Diante disso, esta pesquisa conclui-se há necessidade de implementação de medidas para sanar desconformidades detectadas e garantir a saúde da população consumidora e a qualidade da água mineral comercializada nos chafarizes do município de Serra Negra – RN.

REFERENCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA (Brasil). **RDC n. 274, de 22 de setembro de 2005**. Brasília, 2005. 7 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/75YRQJ7GQhd63s5L9B5kvNK/>. Acesso em: 20 de ago. 2024.

ABNT, 6023:2018. **UFPE; informação e documentação — Referências — Elaboração**. Disponível em: [https://www.google.com/search?q=\(ABNT+NBR+6023%2C+2018\).&oq=\(ABNT+NBR+6023%2C+2018\).&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzUyNmowajmoAgCwAgA&sou rceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=(ABNT+NBR+6023%2C+2018).&oq=(ABNT+NBR+6023%2C+2018).&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzUyNmowajmoAgCwAgA&sou rceid=chrome&ie=UTF-8). Acesso em: 31 de out. 2023.

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: 30 de out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Semiárido brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agenda-2030/ods-6-agua-e-saneamento/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 01 de nov. 2023.

Da Silva Junior, A. M.; Gama, M.F.S.; Figueiredo, L. A. P.; Vergara, C.M.A.C. **Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços utilizada na produção alimentícia em um complexo turístico do Estado do Ceará**. Disponível em: Research, Society and Development, v. 10, n.10, p 1- 8. 2021. Acesso em: 30 de out. 2023.

FÁBIO, Thaianne Resende Henriques. **Análise e propostas de melhorias ao formulário de efluentes líquidos do Relatório de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais do IBAMA**. 2023. 71 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Disponível em: <http://www.rlbea.unb.br/jspui/handle/10482/49271>. /. Acesso em: 20 de ago. 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: 30 de out. 2023.

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: 31 de out. 2023.

FOLHA, E. V. ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA. **Ifgoiano.edu.br**, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4781>. Acesso em: 30 de set. 2023.

FREIRE, Aplicação da farinha do maracujá para tratamento de águas do município de Jaçanã - RN. **Ufcg.edu.br**, 2023. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/31010>. Acesso em: 30 de set. 2023.

FRANARLLY, S. **Caracterização físico-química da água mineral comercializada em chafarizes no município de Caraúbas -Rio Grande do Norte**. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/10254>>. Acesso em: 1 out. 2024.

GLEICK, Peter H. **The world's water 2020-2021: The biennial report on freshwater resources**. Pacific Institute, 2020. Disponível em: <https://pacinst.org/wp-content/uploads/2021/05/Worlds-Water-2020-Report.pdf>. Acesso em: 30 de out. 2023.

GUPTA, A., KUMAR, A., SINGH, M., & SINGH, A. (2020). **Chafarizes Eletrônicos de Água para Fornecer Água Potável Segura em Áreas Rurais: Uma Revisão**. Journal of Water and Health, 18(5), 595-606. Acesso em: 30 de out. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2021.html>. Acesso em: 30 de out. 2023.

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: 30 de out. 2023

INSA. Atlas do Semiárido Brasileiro. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt.br>. Acesso em: 30 de out. 2023.

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: 20 de ago. 2024.

JUNIOR, S.; LACERDA, S. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHAFARIZ ELETRÔNICO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN. **Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)**, 2 ago. 2023. Disponível em: <https://revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/45>. Acesso em: 20 de ago. 2024.

LACERDA jr, O. S; RODRIGUES, C. D. S.; FARIAS, F.R.S.; LIMA, J.N.M.; SIQUEIRA Jr,F. E. **Análise Físico-química e Microbiológica de água de poços particulares e públicos da Cidade de Crateús-CE**. Disponível em: Revista Conexão com Ciências, n.4, v.1, p 187-195. 2021. Acesso em: 31 de out. 2023.

LAPIS. **Laboratório de e Processamento de Imagens de Satélites**. Disponível em: <<https://portalcorreio.com.br/paisagem-verde-muda-rapido-e-seca-domina-mais-de-70-da-pb/>>. Acesso em: 30 de out. 2023.

MARTIN. Avaliação crítica de índices de qualidade das águas (IQA) para uso de enquadramento dos recursos hídricos. **App.uff.br**, 2023. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/31109>. Acesso em 27 de ago. 2024.

McKinsey & Company. (2019). **Mapeando nosso futuro hídrico: estruturas econômicas para informar a tomada de decisões. Um relatório do Grupo de Recursos Hídricos 2030.** Disponível em: https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/pdfs/charting%20our%20water%20future/charting_our_water_future_execsummary_portuguese1.ashx Acesso em: 31 de out. 2023.

MONITOR DAS SECAS. **Boletim de Monitoramento do Nordeste brasileiro.** Março de 2023. Disponível em: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>. Acesso em: 30 de out. 2023.

MOURA, F. DE. **Análise do sistema de distribuição de água do setor Petitiba no município de Santa Cruz do Sul - RS.** Unisc.br, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/3526>. Acesso em 21 de ago. 2024.

NAITZEL, L. T. Projeção de indicadores de segurança hídrica em escala nacional para diferentes cenários de mudanças climáticas e consumo de água utilizando geoprocessamento. **lume.ufrgs.br**, 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/270468>. Acesso em: 20 de ago. 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 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. (2021). **A mudança climática é um fator que está aumentando a complexidade da gestão da água.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/mudanca-climatica-e-um-fator-que-esta-aumentando-a-complexidade-da-gestao-da-agua/> Acesso em: 30 de out. 2023.

ROBERTA, B. **Avaliação físico-química da água mineral comercializada em chafarizes no município de Catolé do Rocha - Paraíba.** Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/10387>. Acesso em: 1 out. 2024.

SANTOS, S. B. DOS; SAMUELSSON, E. IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 13, n. edespmulti, 24 fev. 2022. Disponível em: <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/968/880>. Acesso em: 27 de nov. 2023.

SANTOS, G. M. et al. **Planejamento do Sistema de Reabastecimento de Água em Chafarizes Eletrônicos para Garantir a Distribuição Equitativa.** In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2020, virtual. Anais do XXXIV ENEGEP. Acesso em: 01 de nov. 2023.

SILVA, C.V., **Qualidade da água para consumo humano armazenada em cisterna de placa.** Estudo de caso: Araçuaí, MG. Dissertação de M. Sc. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Acesso em: 01 de nov. 2023.

SILVA, J. et al. **AVALIAÇÃO MULTIVARIADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E ÁGUA FINAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.** Química Nova, 1 jan. 2024. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/y8HBWQHqVLx6wZDZhL9DtH/?lang=pt>. Acesso em: 20 de ago. 2024.

SNIS, 2021. **Um guia essencial para entender o abastecimento de água no Brasil.** Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso em: 30 de out. 2023.

UEMA. **CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE BACABAL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO THYAGO VINÍCIUS SANTOS DA SILVA SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS: Um estudo de caso na.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/2472/1/TCC%20-%20THYAGO%20VIN%C3%8DCIUS%20SANTOS%20DA%20SILVA%20-%20ENG.%20CIVIL%20BACABAL%202023.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2024.