



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

MARCELO AUGUSTO PESSOA NORONHA

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

CARAÚBAS - RN

Outubro – 2023

MARCELO AUGUSTO PESSOA NORONHA

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

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Ciências e
Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor Machado

CARAÚBAS - RN

Outubro – 2023

MARCELO AUGUSTO PESSOA NORONHA

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

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências e Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor
Machado

Defendida em: 13 /10 /2023. As 15:00 horas.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO VITOR MACHADO**
Data: 16/10/2023 10:08:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Antônio Vitor Machado, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **FRANCISCA MARTA MACHADO CASADO DE ARAÚJO**
Data: 16/10/2023 11:03:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Francisca Marta Machado Casado de Araújo UERN – Mossoró
Primeiro Membro

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ALDENOR DE SOUSA**
Data: 13/10/2023 16:05:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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.

N852q Noronha, Marcelo Augusto Pessoa.
QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES NO MUNICÍPIO DE
UMARIZAL ? RIO GRANDE DO NORTE / Marcelo Augusto
Pessoa Noronha. - 2023.
53 f. : il.

Orientador: Antônio Vitor Machado.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2023.

1. água mineral. 2. Qualidade. 3. Chafarizes.
I. Machado, Antônio 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.

Aos meus queridos pais e à minha amada família. Sem o amor incondicional, o apoio constante e a crença em mim, esta conquista não teria sido possível. Vocês foram a luz nos meus dias mais difíceis, a motivação nos momentos de desânimo e os maiores incentivadores do meu crescimento acadêmico e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, cuja graça e orientação estiveram presentes em cada passo deste caminho, quero expressar minha profunda gratidão. Sua luz iluminou os momentos mais sombrios e sua sabedoria guiou minhas escolhas ao longo desta jornada.

Desejo expressar minha profunda gratidão à minha amada família especialmente meu pai Francisco Correia Noronha. Sem o amor incondicional, o apoio constante e a compreensão de vocês, esta jornada acadêmica não teria sido possível. Vocês foram a base sólida que sustentou meus sonhos e aspirações ao longo de todo o processo.

Agradeço ao meu orientador Antônio Vitor Machado, cuja orientação e conhecimento foram essenciais para a realização deste trabalho. Suas contribuições valiosas e paciência foram fundamentais para meu crescimento acadêmico.

Agradeço também aos meus amigos e colegas de turma, que compartilharam suas experiências e conhecimentos, tornando esta jornada mais enriquecedora e empolgante.

Você pode encontrar muitas derrotas, mas não deve ser derrotado. Na verdade, pode ser necessário enfrentar as derrotas, para que você possa conhecer quem você é, o que pode subir, como pode ainda vir a ser.

(Maya Angelou)

RESUMO

A região Nordeste do Brasil, conhecida por seu clima semiárido e pela escassez de recursos hídricos, enfrenta desafios consideráveis no que diz respeito ao acesso à água potável. Diante desse cenário, tem-se observado um aumento notável no consumo de água proveniente de fontes hídricas alternativas, com destaque para o uso de água mineral de chafarizes eletrônicos. Essa prática tem se tornado cada vez mais comum em várias comunidades. No entanto, frequentemente, a água desses chafarizes não passa por processos adequados de tratamento. Nesse contexto, este estudo objetivou analisar a qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes eletrônicos do município de Umarizal. Os parâmetros analisados como: pH, condutividade elétrica, salinidade, sólidos totais dissolvidos, cloretos, dureza, potássio, cálcio, sódio e turbidez foram comparados com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. As amostras de água mineral provenientes dos chafarizes de Umarizal, localizados no estado do Rio Grande do Norte, foram coletadas e posteriormente analisadas nos laboratórios de química da UFERSA em Caraúbas e Mossoró. As análises seguiram as diretrizes estabelecidas pela ANVISA, bem como os critérios definidos pela legislação. Os resultados revelaram que todas as amostras analisadas estavam em conformidade com os padrões estabelecidos pelas regulamentações em vigor, incluindo a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, a Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005, a Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e a Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde. No entanto, vale ressaltar que o teor de cloreto apresentou uma leve elevação, registrando uma média de 253,9 mg/l, enquanto o limite máximo permitido é de 250 mg/l. Apesar desse aumento é possível concluir que, de maneira geral, a água mineral comercializada nos chafarizes de Umarizal apresenta uma boa qualidade.

Palavras-chave: Água mineral, qualidade, chafarizes.

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil, known for its semi-arid climate and scarcity of water resources, faces considerable challenges with access to drinking water. Given this scenario, there has been a notable increase in the consumption of water from alternative water sources, with emphasis on the use of mineral water from electronic fountains. This practice has become increasingly common in several communities. However, the water from these fountains often does not undergo adequate treatment processes. In this context, this study aimed to analyze the physical-chemical quality of mineral water sold in electronic fountains in the municipality of Umarizal. The analyzed parameters such as pH, electrical conductivity, salinity, total dissolved solids, chlorides, hardness, potassium, calcium, sodium, and turbidity were compared with the standards established by current legislation. The mineral water samples from the Umarizal fountains, located in the state of Rio Grande do Norte, were collected and later analyzed in the UFERSA chemistry laboratories in Caraúbas and Mossoró. The analyses followed the guidelines established by ANVISA, as well as the criteria defined by legislation. The results revealed that all samples analyzed complied with the standards established by current regulations, including Ministry of Health Ordinance No. 2914 of 2011, CONAMA Resolution No. 357 of 03/17/2005, CONAMA Resolution No. 396 of 2008, and Consolidation Ordinance No. 5/2017 of the Ministry of Health. However, it is worth highlighting that the chloride content showed a slight increase, recording an average of 253.9 mg/l, while the maximum limit allowed is 250 mg /l. Despite this increase, it is possible to conclude that, in general, the mineral water sold in Umarizal fountains is of good quality.

Keywords: Mineral water, quality, fountains.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da região nordeste.	19
Figura 2 - Mapa do estado do Rio Grande do Norte, em destaque o município de Umarizal. ...	27
Figura 3 - Chafariz eletrônico.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores Máximos Permitidos (VMP) para parâmetros físico-químicos.	23
Tabela 2 – Caracterização dos chafarizes do município de Umarizal-RN.	34
Tabela 3 – Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de UMARIZAL - RN.	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Crescimento da população mundial	26
Gráfico 2 - Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN. ..	35
Gráfico 3 - Teores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN	36
Gráfico 4 - Teores médios de sólidos dissolvidos totais ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN	37
Gráfico 5 - Teores médios de salinidade (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.....	38
Gráfico 6 - Teores médios de potássio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.....	39
Gráfico 7 - Teores médios de sódio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.....	40
Gráfico 8 - Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN	41
Gráfico 9 - Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN	42
Gráfico 10 - Valores médios de turbidez total (NTU) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.	43
Gráfico 11 - Teores médios de cálcio (mg/l) na água na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN	44
Gráfico 12 - Teores médios da Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na água na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO GERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 NORDESTE BRASILEIRO	18
2.2 P. DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO NORDESTE BRASILEIRO	20
2.3 PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA	22
2.4 LEGISLAÇÃO QUALIDADE DA ÁGUA.....	24
2.5 SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	25
2.6 MUNICÍPIO DE UMARIZAL – RN	27
2.7 CHAFARIZ ELETRÔNICO	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 LOCAL DE PESQUISA	30
3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES	30
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	30
3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	30
3.4.1 pH.....	31
3.4.2 Condutividade Elétrica.....	31
3.4.3 Sólidos dissolvidos totais	31
3.4.4 Salinidade.....	31
3.4.5 Potássio.....	32
3.4.6 Sódio	32
3.4.7 Cloretos	32
3.4.8 Dureza Total.....	32
3.4.9 Turbidez	33
3.4.10 Temperatura	33
3.4.11 Cálcio.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES	33
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	34
4.2.1 pH.....	35
4.2.2 Condutividade elétrica	36
4.2.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	37
4.2.4 Salinidade	38
4.2.5 Potássio (K).....	39
4.2.6 Sódio (Na)	40

4.2.7 Cloreto	41
4.2.8 Dureza Total.....	42
4.2.9 Turbidez	43
4.2.10 Cálcio	44
4.2.11 Temperatura	45
4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	45
5. CONCLUSÃO.....	47
6. REFERÊNCIAS	48

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 (TIARINI, 2020). 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. (SILVA, 2021). 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 água é o líquido mais abundante existente no planeta e está presente em todos os seres vivos, sem ela não sobreviveríamos mais do que poucos dias. (CHAGAS, 2016); ou seja, a sobrevivência humana seria impossível, já que a necessidade de ingestão de água é diária e indispensável ao funcionamento adequado do nosso organismo. Assim, fica evidente a importância da água potável como recurso vital e da necessidade de preservação e uso consciente desse elemento essencial para a sobrevivência humana e o equilíbrio dos ecossistemas.

Apesar da abundância de água em nosso planeta, a disponibilidade de água potável é limitada e desigualmente distribuída, sempre foi um assunto crítico, principalmente em regiões semiáridas. (OLIVEIRA, 2019). Para enfatizar sua preocupação com a falta de água no Nordeste brasileiro, Oliveira cita Abdala:

A população da região Nordeste do Brasil enfrenta, secularmente, graves problemas ligados à falta de água e, conseqüentemente, à fome, ocasionados pelos frequentes períodos de estiagem, que caracterizam o clima semiárido desta região, e são conhecidos, popularmente, pela temida palavra – Seca. Nesses períodos de chuvas escassas ou inexistentes, os pequenos mananciais superficiais geralmente secam e os grandes chegam a atingir níveis críticos, provocando muitas vezes colapso no abastecimento de água. Dentro desse panorama aumenta a importância da água subterrânea, que representa muitas vezes, o único recurso disponível para o suprimento da população e dos rebanhos (ABDALA, 2004 apud, Oliveira, 2019, p. 11).

A falta de água é um problema recorrente em várias regiões do Nordeste brasileiro, especialmente quando se trata da região semiárida, é bastante conhecida pelo fenômeno da seca, que gera diversos impactos, em sua maioria de caráter adverso, sejam eles sociais, ambientais ou econômicos. (PIRES, 2020). Durante décadas, as comunidades dessa região enfrentaram períodos de seca, em decorrência dessa escassez hídrica e da crescente demanda de água, a

população, especialmente a mais carente, têm a necessidade de obter água para consecução dos seus fins. (BARROS, 2018). Nesse sentido, muitas vezes nessas regiões ocorre o uso de água mineral, pois nem sempre as águas utilizadas de poços são potáveis.

O uso de águas inapropriadas para o consumo humano pode ocasionar danos à saúde dos seus consumidores, desde doenças mais simples a mais complexas. (ARAÚJO et al., 2021). A contaminação microbiológica da água, por exemplo, pode resultar na transmissão de doenças infecciosas, como cólera, hepatite A, febre tifoide, diarreia e gastroenterite. Estes problemas de saúde são causados principalmente pela presença de bactérias, vírus e parasitas na água. A água para consumo humano de boa qualidade representa maior segurança para os consumidores em termos de saúde, pois deve estar livre de organismos capazes de provocar doenças. (CARVALHO; FIGUEIREDO; OLIVEIRA, 2016).

Uma reportagem de o Globo escrita por Bischoff (2023), destaca que de acordo com um relatório recente da ONU, há uma crescente preocupação com uma possível crise global de escassez de água. Este relatório ressalta que a escassez sazonal de água pode se tornar mais comum em diversas partes do mundo, incluindo a América do Sul. Além disso, ao longo dos últimos 40 anos, o consumo global de água tem aumentado a uma taxa média de 1% ao ano, com a previsão de que essa tendência persista até 2050. Conforme dados do relatório de 2020, cerca de 2 bilhões de pessoas, o equivalente a 26% da população global, não possuem acesso a serviços de água potável gerenciados com segurança, enquanto 3,6 bilhões de pessoas, ou 46% da população, enfrentam a falta de saneamento adequado.

Assim evidenciando os fatos e a dificuldade para o acesso a água potável, a comercialização em muitos municípios é abundante, com isso deve-se tomar precauções sobre a qualidade da água mineral vendida, pois o comércio ilegal de água mineral apresenta riscos significativos. O comércio ilegal de água mineral ocorre quando empresas ou indivíduos vendem água não autorizada e não regulamentada. Essa água pode ser coletada de fontes não seguras, como rios poluídos ou poços contaminados, e não é mantida a nenhum tipo de tratamento ou análise de qualidade.

Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Assim, os aspectos físico-químicos da água para o consumo humano devem ser considerados como fator essencial de maneira que a água distribuída aos usuários tenha todas as características determinadas pelas legislações vigentes. (LUCENA et al., 2018). A água com os parâmetros adequados para ser consumida é a água mineral, pois, de acordo com o Código Nacional de Águas Minerais – Decreto-Lei nº

7.841, de 8 de agosto de 1945 (BRASIL, 1998), é a água cuja composição química ou físico-química é a recomendável para saúde humana.

Para ser comercializada, a água mineral deve estar conforme os padrões e normas preconizadas pela ANVISA e os critérios estabelecidos pela legislação atual e as exigências do Código de Proteção e Defesa do Consumidor (VAITSMAN, 2019). A potabilidade de água para o consumo humano é estabelecida pela Resolução Diretoria Colegiada – RDC 274/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) – e a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Nesse contexto, o presente trabalho visa avaliar a qualidade da água mineral comercializada em chafarizes do município de Umarizal-RN, através de análises de suas características físico-químicas e sua conformidade com os padrões e critérios estabelecidos pela legislação vigente no Brasil.

1.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade físico-química da água mineral, proveniente de chafarizes eletrônicos, comercializada no município de Umarizal – RN.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a potabilidade da água mineral vendida nos chafarizes do município de Umarizal – RN, segundo a legislação vigente;
- Identificar possíveis fontes de contaminação que podem comprometer a qualidade da água mineral comercializada no município de Umarizal – RN;
- Propor melhorias quanto à utilização destes chafarizes para armazenamento e venda de água mineral com finalidade de uso pela população local;
- Comparar os valores obtidos com os apresentados na legislação vigente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 NORDESTE BRASILEIRO

O Nordeste brasileiro é uma região geográfica situada no nordeste do país, (Figura 1), composta por nove estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, o Nordeste abriga uma rica diversidade cultural, histórica e natural. Essa região possui uma área territorial que corresponde a 18,27% do território nacional, possuindo uma área de 1.561.177,80 quilômetros quadrados e destes 962.857,30 km² estão

inseridos no Polígono das Secas ou semiárido brasileiro. (MACÊDO et al., 2017), é importante ressaltar que o Nordeste é uma região bastante extensa, com características geográficas diversas, no entanto, uma das características marcantes do Nordeste é a ocorrência frequente de períodos de seca. A região enfrenta um fenômeno conhecido como “seca periódica”, que consiste na irregularidade das chuvas ao longo dos anos, levando a períodos de escassez de água.

Figura 1 – Mapa da região nordeste.



Fonte: IBGE, 2023.

Segundo QUIRINO, (2022).

Escrever acerca do Nordeste brasileiro e do sertão é discorrer sobre um lugar de memória e de sentimento. Tentar compreender as características formativas desta região geográfica do Brasil passa por descortinar a sua construção histórica, sua constituição humana e perceber que o Nordeste e as plagas sertanejas trazem em si um quê de maravilhoso, de fantástico, de indomável e, podemos dizer, de mítico.

De acordo com a Embrapa o Nordeste brasileiro é dividido em sub-regiões que apresentam características geográficas, culturais e distintas. Essas sub-regiões são geralmente agrupadas da seguinte forma, Zona da Mata, Agreste, Meio-norte e Sertão. (SOUSA et al., 2017).

O sertão é uma sub-região do Nordeste brasileiro, ainda de acordo com a Embrapa, é a maior sub-região, corta todo o oeste da Bahia, uma pequena parte de Alagoas e da Paraíba, grande parte de Pernambuco, do Rio Grande do Norte, todo o território do Ceará e o leste do Piauí. Conhecida, suas características específicas, principalmente relacionadas ao clima e à paisagem. Os binômios Sertão-Semiárido, seca-convivência, dependência-sustentabilidade, são enunciativos das polarizações que fundamentam a construção de uma interpretação histórica sobre a região semiárida. (NETO et al., 2010).

Evidencia o Sertão Nordestino marcado pelo solo pedregoso e pela vegetação escassa e de pequeno porte onde se encontra a Caatinga, que tem o clima semiárido que é caracterizado pela baixa umidade e pouco volume pluviométrico. (NUNES, 2011). Vale acrescentar que o sertão é também uma referência institucionalizada de um território, definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como subárea nordestina, árida e pobre, situada ao oeste do Agreste e da Zona da Mata (TEXEIRA, 2014).

A delimitação da Região Semiárida Nordestina tem como base a Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, que “regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte – FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste – FCO, e dá outras providências” (ALVES, 2014).

2.2 POLÍTICAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO NORDESTE BRASILEIRO

Caracterizadas por prolongados períodos de estiagem, condições climáticas desafiadoras e escassez de recursos hídricos, o Nordeste brasileiro, em sua realidade de enfrentamento às adversidades climáticas, traduzidas em longos períodos de estiagens, de insuficiência de investimentos em infraestrutura e em ampliação do acesso às políticas sociais, configurasse em uma das regiões mais pobres do país (CAMPELO, 2021).

Segundo o Instituto Nacional do Semiárido – INSA, Semiárido Brasileiro abrange os nove estados da região Nordeste e parte do norte de Minas Gerais. Essa vasta área representa aproximadamente 12% do território nacional e abriga uma população de cerca de 28 milhões de habitantes, distribuídos entre áreas urbanas (62%) e rurais (38%). Dessa forma, o Semiárido

brasileiro figura como um dos semiáridos mais densamente povoados em todo o mundo. De acordo com Azevedo (2015), os períodos cíclicos de secas prolongadas, a escassez anual de água durante a estação seca e a ausência de uma gestão adequada dos recursos hídricos afetam diretamente o direito dessa população a um suprimento adequado de água.

Para fazer frente a esses desafios, o governo brasileiro tem adotado uma série de políticas e programas, essas medidas são políticas governamentais um conjunto de ações, práticas e diretrizes estabelecidas com base em leis e executadas pelo governo com o objetivo de abordar uma ampla gama de questões, tanto de natureza geral quanto específica, que afetam a sociedade como um todo. (CAMPOS, 2014). Essas políticas refletem a visão e a abordagem do governo para enfrentar desafios complexos e garantir o bem-estar e o desenvolvimento da população. Ainda segundo Campos (2014), as políticas públicas relacionadas à gestão de secas só começaram a ser desenvolvidas quando o governo reconheceu a gravidade do problema em nível nacional e tomou medidas para enfrentá-lo. Esse reconhecimento ocorreu de maneira marcante após a ocorrência da devastadora Grande Seca de 1877 a 1879, que teve repercussões globais e resultou na perda de centenas de milhares de vidas.

A primeira política pública significativa para combater os efeitos da seca na região do Nordeste brasileiro foi a criação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) em 1909. De acordo com Soares e Barbosa (2019), A política da açudagem era a medida mais adotada para o enfrentamento das secas pelo DNOCS.

Como descreve Neto (2017), sobre os indícios do início da açudagem no Nordeste, iniciada pelo DNOCS.

O início da açudagem pública no Nordeste brasileiro, seguindo o exemplo dos Estados Unidos, segundo ressalta Ab'Saber (1999), ocorre nos fins do Segundo Império e princípios da República com a construção do Açude Óros, em Quixadá (Ceará). Entretanto, a construção de grandes reservatórios torna-se amplamente incentivada somente a partir de 1909, com a criação e efetivação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS). Sobre essa assertiva, a título de contextualização, no ano de 1919, a Inspetoria de Obras Contra as Secas, passa a se chamar Instituto Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) e, em 1945, recebe a denominação de Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS). (NETO, 2017).

Outra política governamental o Programa Água para Todos, que em 2011, no âmbito do Programa Brasil Sem Miséria, o governo federal articulou diversas ações de diferentes ministérios e, sob o Decreto nº 7.535/2011, instituiu o Programa Nacional de Universalização

do Acesso e Uso da Água — Água para todos (APT). (MEIRELLES, 2021). Este programa concentrou-se especialmente em regiões notadamente áridas e vulneráveis do Brasil, destacando-se o Semiárido Nordeste como uma de suas áreas prioritárias de atuação. (ALMEIDA., et al 2016).

Uma das principais ações do programa foi a construção de cisternas para captação de água da chuva, o Programa Cisternas busca implementar tecnologias sociais para fornecer acesso à água, especialmente através da captação de água da chuva. Seu objetivo principal é proporcionar às famílias uma solução de armazenamento de água que possa ser usada tanto para consumo humano quanto para a produção de alimentos. (ALVES., et al 2014). Aponta pesquisas do Instituto Trata Brasil, que atualmente, o programa oferece apoio para a implementação de mais de 15 tipos diferentes de tecnologias sociais, sendo a principal delas as cisternas de placas com capacidade de 16 mil litros. Esse sistema envolve a captação da água da chuva que cai nos telhados das residências e seu armazenamento em um reservatório, que pode ser utilizado pelas famílias durante os períodos mais críticos de estiagem para consumo de água.

Durante os períodos de estiagem, o governo implementa a Operação Carro-Pipa, na qual caminhões-pipa transportam água potável para comunidades que não têm acesso a outras fontes de abastecimento. Essa operação é uma medida emergencial para atender às necessidades básicas de consumo humano. Seu principal propósito é a distribuição de água potável, preferencialmente por meio de caminhões-pipa, para as comunidades rurais e urbanas afetadas pela estiagem. A prioridade é dada aos municípios que se encontram em situação de emergência ou estado de calamidade pública devido à falta de água. (BRASIL, 2017). O uso de caminhões-pipa para fornecer água às populações tem se tornando mais significativo nas últimas duas décadas, transformando o que inicialmente era uma medida de mitigação de caráter emergencial em uma espécie de política pública contínua. (FIGUEIREDO., et al 2017).

2.3 PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Indicadores de qualidade da água são medidas que ajudam a avaliar o estado e a saúde de um corpo de água, para em seguida chegar ao consumidor final. Assim a água utilizada para fins de abastecimento doméstico deve possuir propriedades higiênicas e toxicológicas apropriadas. É fundamental que esteja isenta de microrganismos patogênicos e compostos prejudiciais à saúde, garantindo a prevenção de danos as pessoas (MUÑOZ, et al., 2011). Esses parâmetros são usados em conjunto para avaliar a qualidade da água e tomar medidas para proteger e melhorar os ecossistemas aquáticos e a saúde humana.

Os aspectos físico-químicos da água para o consumo humano devem ser considerados como fator essencial de maneira que a água distribuída aos usuários tenha todas as características determinadas pelas legislações vigentes. (BEZERRA, et al., 2018), já que esta é um dos principais veículos de doenças. A desconfiança sobre a água proveniente do sistema público de abastecimento é um dos principais fatores que levam à utilização de fontes alternativas. (Barros, et al., 2021).

A água deve conter os elementos químicos em concentrações apropriadas e ser livre de contaminantes que possam resultar em doenças, tais como verminoses, febre tifoide, cólera e outras enfermidades infecciosas (NUNES, 2021). Entretanto para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros de qualidade das águas transformam-se em problemas quando excedem os limites estabelecidos (CHAGAS, et al., 2016), esses parâmetros incluem pH, turbidez, concentração de metais pesados e outros indicadores que podem influenciar a qualidade e a segurança da água para consumo humano.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, tanto a água mineral natural quanto a água natural não devem apresentar quantidades de substâncias que ultrapassem os valores máximos estabelecidos e seguir as diretrizes de qualidade da água para consumo humano definidas pelo Ministério da Saúde, conforme a Portaria nº 5, de 28 de setembro de 2017, ou quaisquer futuras substitutas devem atender às condições de composição a seguir na tabela 1.

Tabela 1 - Valores Máximos Permitidos (VMP) para parâmetros físico-químicos.

Parâmetros	Unidade de medida	VPM
Boro	mg/L	2,4
Manganês	mg/L	0,4
Cálcio	mg/L	250
Magnésio	mg/L	250
Potássio	mg/L	17
Sódio	mg/L	200
Sais	mg/L	30
Microcistinas	mc/L	1,0
Dureza	mg/L	500
Cloro	mg/L	200

Sólidos d. totais	mg/L	1000
Cloretos	mg/L	250
Amônia	mg/L	1,5
Turbidez	NTU	5
Cor	UH	15
Ferro	mg/L	0,3

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Ainda segundo Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a água deve estar isenta de quaisquer contaminantes químicos, biológicos ou elementos estranhos que possam representar ameaças à saúde dos consumidores.

Outro indicativo importante é o pH (potencial de hidrogênio) da água, ele é utilizado em conjunto com outros parâmetros, como alcalinidade e teor de dióxido de carbono livre. O pH é medido numa escala logarítmica e indica a concentração de íons hidrogênio (H^+) no meio, categorizando-o como ácido ($pH < 7,00$), neutro ($pH = 7,00$) ou alcalino ($pH > 7,00$). É fundamental que a água seja consumida com um pH adequado, pois isso tem um impacto direto no estabelecimento de um pH corporal ideal (MASCARENHAS, et al., 2021).

2.4 LEGISLAÇÃO QUALIDADE DA ÁGUA

No Brasil, a legislação que define os padrões e diretrizes para a qualidade da água potável é predominantemente regulamentada pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde. Essa portaria consolida as normas do Sistema Único de Saúde (SUS) e aborda várias questões relacionadas à saúde pública, com foco especial na garantia da qualidade da água destinada ao consumo humano.

Para chafariz eletrônico, análise da qualidade das amostras de água mineral provenientes de fontes eletrônicas é regulamentada por portarias específicas. Como a comercialização de água nesses equipamentos são Soluções Alternativas Coletivas (SAC), de acordo com a Subcoordenadoria de Vigilância Sanitária Estadual (SUvisa-RN) em conjunto com a Subcoordenadoria de Vigilância Ambiental (SUVAM) recomenda que a operação e comercialização de água potável proveniente de Soluções Alternativas Coletivas (SAC), como os chafarizes eletrônicos estão sujeitas às regulamentações estabelecidas na Portaria Nacional de Potabilidade da Água, especificamente no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, datada de 2017. Essa regulamentação aborda o controle e a vigilância da qualidade da água

destinada ao consumo humano, estabelecendo os padrões de potabilidade. Além disso, é importante observar o cumprimento do Decreto Estadual nº 8739/1983, que também diz respeito a questões relacionadas à qualidade da água.

Estudo realizados por Silva 2023, destaca que o Manual Prático de Análise de Água da FUNASA oferece uma abordagem simplificada e acessível para avaliar a qualidade da água em áreas rurais e pequenas comunidades. Essa abordagem envolve a análise de diversos parâmetros, abrangendo aspectos físicos, químicos e bacteriológicos. Alguns dos parâmetros incluídos no processo de análise compreendem a temperatura, o pH, a turbidez, a concentração de cloro residual livre, bem como a detecção de coliformes totais e *Escherichia coli*. Essa metodologia visa fornecer informações valiosas sobre a segurança e potabilidade da água em contextos onde recursos limitados podem estar disponíveis para análises mais complexas.

Como descreve Junior (2023), Vigilância Sanitária, um departamento vinculado à Secretaria Municipal de Saúde (SMS) de Mossoró, começou recentemente a realizar uma busca ativa nas fontes de água eletrônicas instaladas na região. Essas inspeções são realizadas tanto em resposta a pedidos dos proprietários quanto de forma proativa.

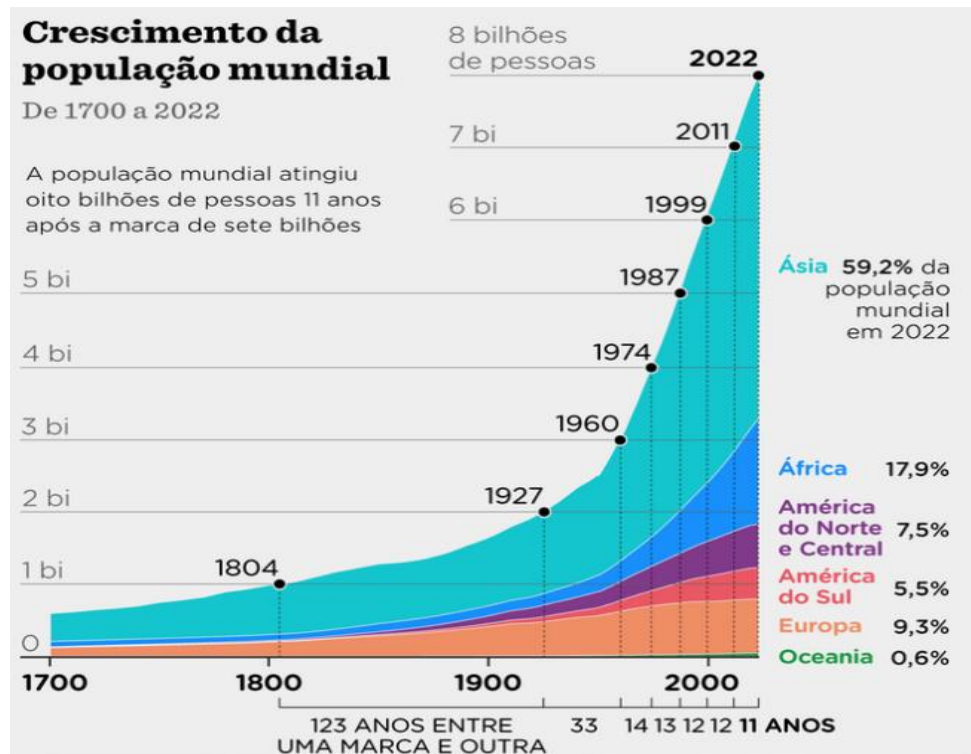
Contudo, Secretaria De Estado Da Saúde Pública, recomenda população que, ao comprar água de distribuidores de Soluções Alternativas Coletivas (SACs), verifiquem se eles possuem o devido Alvará Sanitário ou autorização para operar. Além disso, incentiva a busca por informações sobre a origem da captação e o processo de tratamento da água por meio do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, conduzido pela Secretaria Municipal de Saúde de seu município. Essas precauções contribuem para garantir a segurança e qualidade da água que está sendo consumida.

2.5 SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água é um recurso essencial para a sobrevivência não apenas da humanidade, mas de todas as formas de vida. Além disso, desempenha um papel fundamental como insumo em uma ampla variedade de atividades econômicas. O uso inadequado e a má gestão dos recursos hídricos resultaram em degradação ambiental e ameaça iminente de escassez de água, prejudicando a qualidade de vida das pessoas. Os recursos naturais estão sendo esgotados devido à ação humana. (SHUBO, 2003). O aumento da população que chegou em 8 bilhões como mostra o gráfico 1, e as necessidades econômicas globais têm impulsionado a crescente demanda por produção de alimentos e água para fins industriais. No entanto, a maioria dos resíduos dessas atividades é liberada sem qualquer forma de tratamento ambiental, que não só

danifica a água, mas também danifica todo o ecossistema que depende da água. (GUERRA, et al., 2021).

Gráfico 1 - Crescimento da população mundial.



Fonte: nexojornal.com.br, 2022.

A sustentabilidade dos recursos hídricos e a distribuição de água potável são dois aspectos interconectados e fundamentais para garantir o acesso à água segura no presente e no futuro, com crescimento das áreas urbanas tem colocado pressão sobre o setor de abastecimento de água, exigindo soluções adequadas para atender à crescente demanda por água potável. (POZZA, 2019). As projeções futuras apontam para uma intensificação da crise hídrica, e vários fatores contribuem para esse quadro, incluindo o aumento do aquecimento global, o aumento do consumo, o crescimento das áreas urbanas. Esses elementos, entre outros, exercem pressões significativas sobre os recursos naturais, especialmente os recursos hídricos. Em 20 anos, a quantidade média de água disponível para cada indivíduo será reduzida a um terço da atual. Em 2050. (SILVA, 2011).

O Brasil enfrenta um desafio significativo em relação à gestão da água, e isso se deve a diversos fatores. A falta de conscientização sobre o uso responsável da água, a ausência de regulamentações abrangentes para tecnologias de reuso, o investimento insuficiente em

infraestrutura hídrica, são todos elementos que contribuem para essa complexa situação. (MAELE, 2020). Conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA), a projeção aponta para um aumento de 30% na demanda por água no Brasil até 2030, uma realidade iminente. Com o objetivo de evitar futuras crises hídricas, pesquisadores, empresas e entidades públicas estão trabalhando em soluções eficazes. Entre as medidas em destaque estão o aproveitamento da água da chuva, a prática de reuso, a promoção de construções sustentáveis, a dessalinização e a despoluição, todas elas contribuindo para evitar que a escassez de água se torne uma ocorrência frequente.

Conforme Scheleder 2019, afirma que internamente, os Estados devem praticar a gestão sustentável dos recursos naturais, especialmente da água, um recurso finito. Devem também considerar as variáveis climáticas para prevenir a escassez hídrica e, consequentemente, uma crise de água.

2.6 MUNICÍPIO DE UMARIZAL – RN

Umarizal é uma cidade de Estado do Rio Grande do Norte, (Figura 2), os habitantes se chamam umarizalens. De acordo com o IBGE o município se estende por 213,6 km² e contava com 10 555 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 49,4 habitantes por km² no território do município. Vizinho dos municípios de Olho-d'Água do Borges, Lucrécia e Viçosa, Umarizal se situa a 36 km a Sul-Oeste de Caraúbas a maior cidade nos arredores e o território do município está localizado a cerca de 350 km da capital, Natal.

Figura 2 - Mapa do estado do Rio Grande do Norte, em destaque o município de Umarizal.



Fonte: researchgate.net, 2023.

Umarizal faz parte da microrregião de Pau dos Ferros e está inserida na sub-região do Alto Oeste Potiguar. O município apresenta um clima semiárido, com característica distintiva do ecossistema desta região é a baixa pluviosidade, com índices anuais de precipitação geralmente inferiores a 800mm. Além disso, o período de chuva é restrito a apenas três ou quatro meses durante o ano. Essa combinação de baixa quantidade de chuva e curta duração da estação chuvosa é típica do clima semiárido encontrado nessa área. (TEIXEIRA, 2016).

Umarizal possui uma economia predominantemente baseada na agricultura, pecuária e comércio local. Na agricultura, destacam-se a produção de feijão, milho, mandioca, frutas e hortaliças. Já na pecuária, há criação de bovinos, suínos, caprinos e ovinos.

Segundo informações fornecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA), aproximadamente 12% dos municípios localizados na região Nordeste do Brasil estão atualmente lidando com sérios desafios no que diz respeito ao fornecimento de água potável. Algumas dessas localidades chegam a enfrentar situações críticas, incluindo racionamento e a escassez de água, especialmente durante períodos prolongados de seca.

Com isso, nesse cenário de seca e desafios no abastecimento de água, a cidade de Umarizal tem buscado implementar Soluções Alternativas Coletivas, incluindo a comercialização de água potável por meio de um chafariz eletrônico, como medida para mitigar os impactos da escassez hídrica.

2.7 CHAFARIZ ELETRÔNICO

Um chafariz é uma estrutura arquitetônica projetada para fornecer água potável e ornamentação em espaços públicos ou privados. A Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) classifica um chafariz como um dispositivo composto por uma ou mais bicas das quais a água potável jorra. Essa estrutura é comumente encontrada em espaços acessíveis ao público, como praças e jardins. (OLIVEIRA, 2019). Contudo, ao longo da história, os chafarizes emergiram como uma resposta à necessidade de fornecer água às comunidades, especialmente aquelas localizadas nas áreas periféricas. (PANTOJA, et al., 2017), essas estruturas eram frequentemente instaladas pelas autoridades governamentais e contribuía para o bem-estar das regiões mais densamente povoadas das cidades.

A implantação de tais chafarizes (Figura 3) não apenas oferece uma abordagem cientificamente fundamentada para suprir a demanda de água potável, mas também contribui para a sustentabilidade, tais práticas usadas desde séculos passados, de acordo com Rezende e Heller (2008) e citado por Moraes (2009).

De acordo com Rezende e Heller (2008), a maior conquista no nível das coletividades foi representada pelo fornecimento de água à população por chafarizes, poços, cisternas e aquedutos, a partir do século XVIII, mesmo a demanda não sendo satisfatoriamente atendida. As pessoas de posses tinham água levada em potes para as casas, carregadas por escravos ou transportado em lombos de animais. A população carente, todavia, pouco se beneficiara, tendo que buscar água cada vez mais longe, à medida que as cidades iam crescendo e seus mananciais sendo poluídos.

Esses chafarizes alternativos podem ser dotados de tecnologias de tratamento e purificação avançadas, garantindo a qualidade, porém as populações rurais dispersas são as mais suscetíveis à escassez hídrica. Elas enfrentam secas frequentes e dependem de estruturas hídricas como açudes e chafarizes (poços). No entanto, muitos desses chafarizes possuem água salobra, agravando a situação. (CAJAZEIRAS, 2020).

Figura 3 - Chafariz eletrônico.



Fonte: Barreto, 2023.

Os chafarizes eletrônicos representam uma inovação que utiliza tecnologia para enfrentar os desafios da escassez de água, oferecendo um fornecimento controlado e eficaz de água potável à população. Esses sistemas surgem como resposta à demanda por água,

especialmente em áreas periféricas, sendo implementados pelo governo ou empresa privada para proporcionar conforto às regiões mais densamente povoadas das cidades. (NUNES, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada no município de Umarizal, localizado no estado do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma área territorial de cerca de 213,6 km² e contava com 10 555 habitantes no último censo a densidade demográfica é de 49,4 habitantes por km².

3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES

Para identificar e caracterizar os chafarizes, foram realizadas visitas aos pontos de venda de água mineral e observados alguns pontos como, forma de armazenamento da água mineral, forma de transporte para o reabastecimento, forma de retirada da água, laudos de qualidade, posse de alvará sanitário ou licença de funcionamento.

3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

A coleta das amostras de água mineral foi efetuada sempre no período matinal, seguindo as orientações descritas no Standard Methods (2012) e de acordo com a metodologia apresentada no Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009).

As amostras foram devidamente identificadas utilizando a letra "C" em maiúscula para representar "Chafariz" seguido de um número de identificação (C1, C2), bem como, data e horário da coleta.

As amostras de água mineral coletadas foram armazenadas em frascos de vidro âmbar com capacidade para 1000 ml, previamente esterilizados para essa finalidade específica. Posteriormente, esses frascos foram acondicionados em uma caixa térmica contendo gelo e transportados com a devida refrigeração até o laboratório de Solos e Qualidade de Água da UFERSA, onde permaneceram sob condições de refrigeração até o momento da realização das análises.

3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para determinação da qualidade físico-química foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza

total, Temperatura, turbidez, potássio, sódio e salinidade; Todos os procedimentos analíticos foram realizados no laboratório de Solos e Qualidade de Água da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Campus – Central - RN, 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 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

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).

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

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.

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

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

A temperatura da água foi determinada com o uso de termômetro digital comum, com uma casa decimal de precisão, na escala de °C.

3.4.11 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.

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

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES

Conforme a Tabela 2, pode-se observar que todos os chafarizes fazem uso de caixas de PVC equipadas com tampas de proteção para o armazenamento de água. Além disso, todos eles dependem de bombas automáticas para a extração da água. Contudo, não foi observado, para ambos os chafarizes, laudo de qualidade da água e alvará de funcionamento, o que implica em uma disparidade nas práticas de gestão e garantia da qualidade da água.

Tabela 2 – Caracterização dos chafarizes do município de Umarizal-RN.

Características					
Chafariz	Material de Armazenamento da água	Tampa de proteção	Forma de retirada da água	Alvará ou Licença de funcionamento	Laudo de qualidade da água
C1	Caixa PVC	Sim	A	Não	Não
C2	Caixa PVC	Sim	A	Não	Não

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

Fonte: Autoria própria.

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

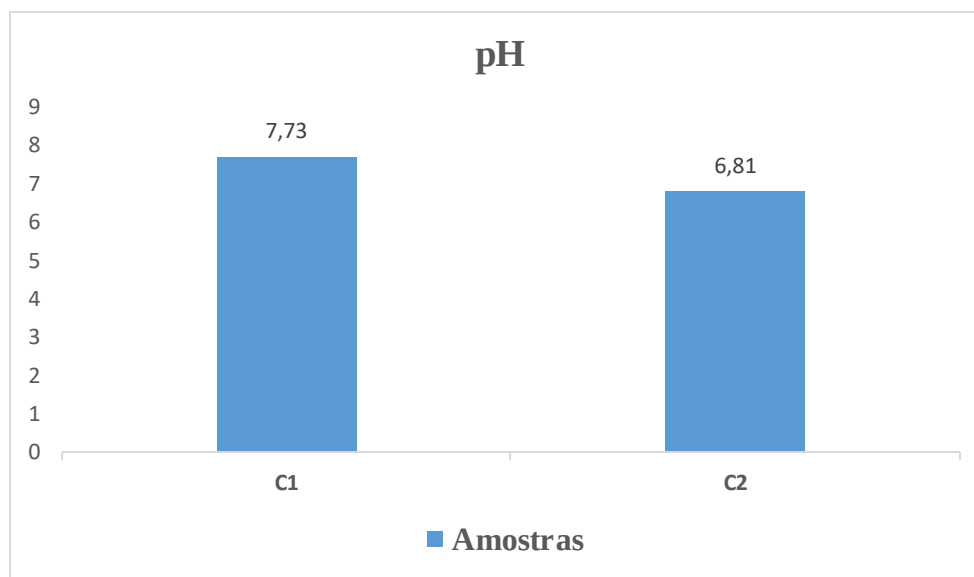
Os valores obtidos para os parâmetros físico-químicos foram submetidos a uma avaliação em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira atual. Essa avaliação seguiu as diretrizes estabelecidas pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, que por sua vez faz referência à Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005 e Resolução CONAMA no 396 de 2008. Além disso, também foram consideradas as diretrizes estabelecidas pela Instrução Normativa SDA nº 04, datada de 16 de dezembro de 2013, que se baseia na portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, bem como na Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

É importante notar que alguns dos parâmetros analisados foram abordados com base em legislação internacional, uma vez que não foram abrangidos pelas regulamentações da legislação nacional. Esse enfoque mais amplo na avaliação dos parâmetros busca garantir uma análise abrangente da qualidade dos resultados, assegurando que os padrões de qualidade da água estejam alinhados não apenas com as normas nacionais, mas também com as práticas internacionais recomendadas.

4.2.1 pH

Os valores médios de pH das amostras de água dos chafarizes variaram entre 6,81 e 7,73, estando assim, de acordo com os limites estabelecidos pela legislação, conforme a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011, que define o intervalo de 6,0 a 9,5 como pH adequado para água potável (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

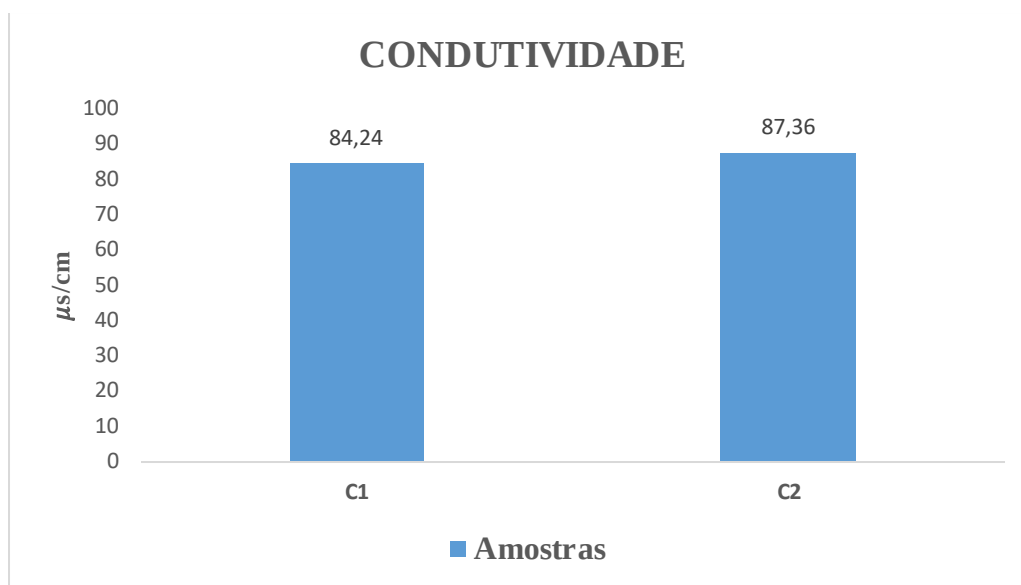
Junior et al. (2023), encontraram valores semelhantes nos chafarizes do município de Mossoró-RN, onde os valores obtidos de pH, variaram de 7,3 a 8,3, com características de pH levemente neutro e básicos.

Águas com um pH que tende a ser mais ácido indicam uma maior concentração de íons de hidrogênio (H^+), o que pode torná-las corrosivas, um pH ácido pode potencialmente causar danos à mucosa estomacal, águas com pH básico possuem maior concentração de sais minerais. (SILVA FILHO; BRAZ; CHAGAS, 2016). O pH é uma medida crucial da qualidade da água, pois influencia diretamente sua segurança e suas interações com organismos vivos e materiais o consumo de águas com níveis mais elevados de minerais tem sido associado a resultados benéficos em diversos estudos para a saúde humana. (DIAS et al., 2012; SOUSA et al., 2016). Portanto, uma ferramenta valiosa para garantir a segurança da água e sua aplicação em diferentes contextos, seja para consumo humano, atividades agrícolas, industriais ou preservação do meio ambiente.

4.2.2 Condutividade elétrica

Os resultados obtidos para a condutividade elétrica variam dentro de um intervalo de 84,24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 87,36 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (conforme mostrado no Gráfico 3).

Gráfico 3 - Teores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Conforme regulamentado pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e pelas Resoluções do CONAMA nº 357 de 2005 e nº 396 de 2008, os valores considerados adequados para a condutividade elétrica da água potável variam de 50,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1500,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Com base nos valores obtidos nas análises, todas as amostras estão em conformidade com os parâmetros estabelecidos por essa legislação.

Em pesquisas realizadas por Junior et al. (2023) nos chafarizes de Mossoró-RN, foi observada uma variação na condutividade elétrica que se situou entre 95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por outro lado, nas análises conduzidas por Silva et al. (2021) nos chafarizes do município de Coronel Ezequiel-RN, a condutividade elétrica apresentou variações entre 3,020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 2,697 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em diferentes amostras, sendo que ambas as pesquisas consideraram esses resultados dentro dos padrões aceitáveis.

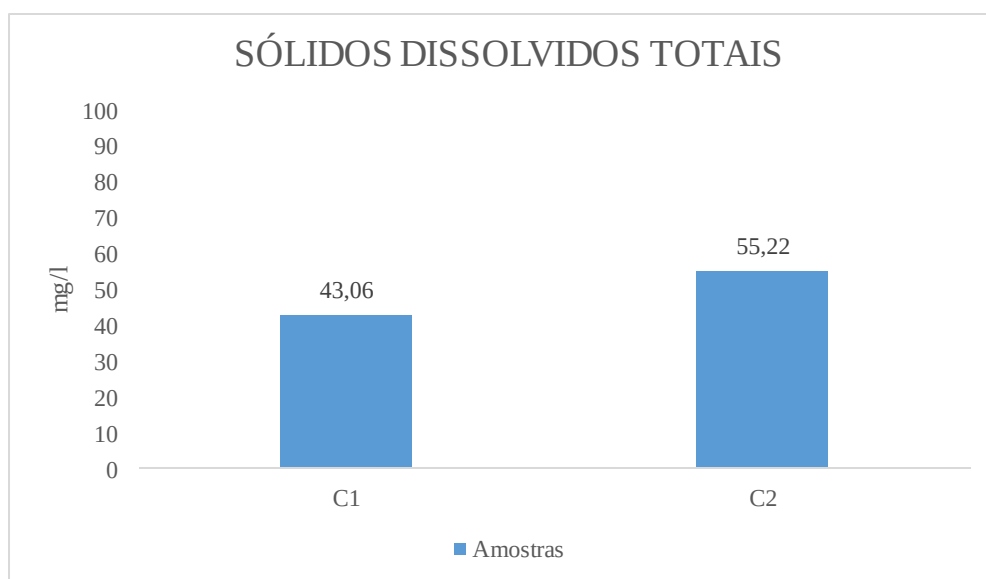
A condutividade elétrica reflete a capacidade da água de conduzir eletricidade e está diretamente ligada à quantidade de íons dissolvidos na água. Embora não haja um valor máximo estabelecido para esse parâmetro, sua medição é significativa porque está correlacionada com os níveis de sólidos totais dissolvidos na água. (CHAVES, et al, 2017).

Portanto, verificar a condutividade da água mineral é uma maneira eficaz de avaliar sua qualidade, garantir que esteja dentro dos padrões de segurança para consumo humano e que seja adequada para outros usos.

4.2.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os valores médios para Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) se situam em uma faixa de variação que vai de 43,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 55,22 $\mu\text{S}/\text{cm}$, conforme evidenciado no **Gráfico 4**.

Gráfico 4 - Teores médios de sólidos dissolvidos totais (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Com base nos valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), é possível classificar as águas subterrâneas em três categorias distintas. As águas são classificadas como "doces" quando os níveis de STD variam de 0 a 500 mg/L, como "salobras" quando as concentrações se situam na faixa de 500 a 1500 mg/L, e como "salgadas" quando os valores de STD ultrapassam 1500 mg/L. Essa classificação é fundamental para compreender a qualidade e a adequação da água subterrânea para diferentes usos e aplicações. (Coelho et al, 2017).

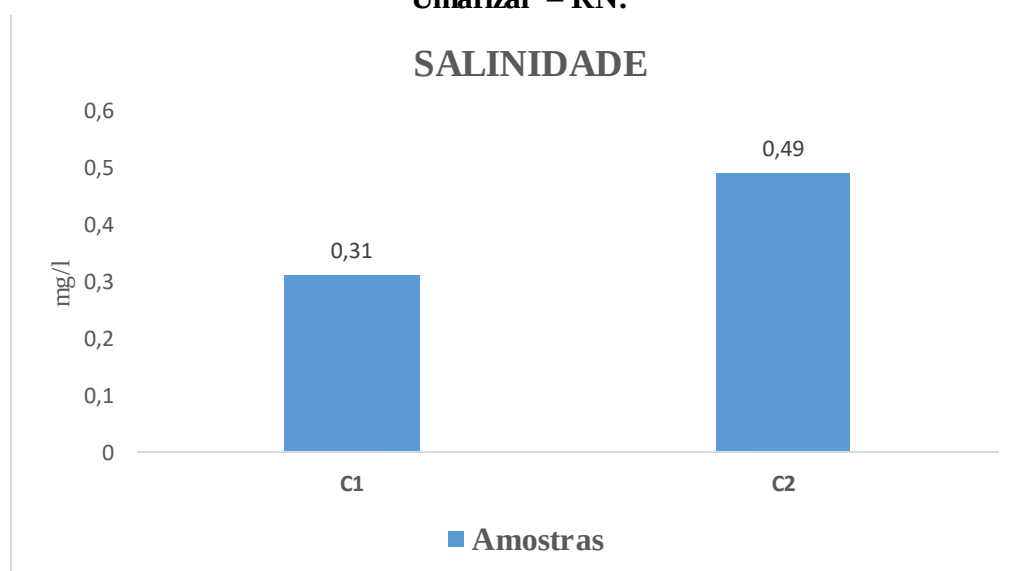
Com base nos resultados obtidos neste estudo, é evidente que todas as amostras analisadas estavam em conformidade com os padrões de qualidade exigidos pelas legislações nacionais, incluindo a Portaria n.º 888/2021, bem como pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2008. Além disso, essas amostras foram classificadas como água doce, indicando que atendem aos critérios estabelecidos para a qualidade da água nesse contexto regulatório.

Ao compararmos com as análises realizadas por Silva et al. (2021) nos chafarizes do município de Coronel Ezequiel-RN, onde os parâmetros estavam em conformidade com as diretrizes estabelecidas, observamos que os valores médios de sólidos totais variaram entre 1,527 mg/l e 2,205 mg/l, o que se encontra abaixo dos valores encontrados neste estudo. Outro estudo de Bezerra et al. (2017), no município de Fortaleza-CE, teores de sólidos totais dissolvidos (STD) das amostras variaram de 124,6 a 316 mg/l, onde também estavam nos parâmetros permitidos.

4.2.4 Salinidade

No que diz respeito à salinidade (conforme ilustrado no Gráfico 5), as amostras exibiram concentrações que abrangeram valores situados entre 0,31 e 0,49 mg/l.

Gráfico 5 - Teores médios de salinidade (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

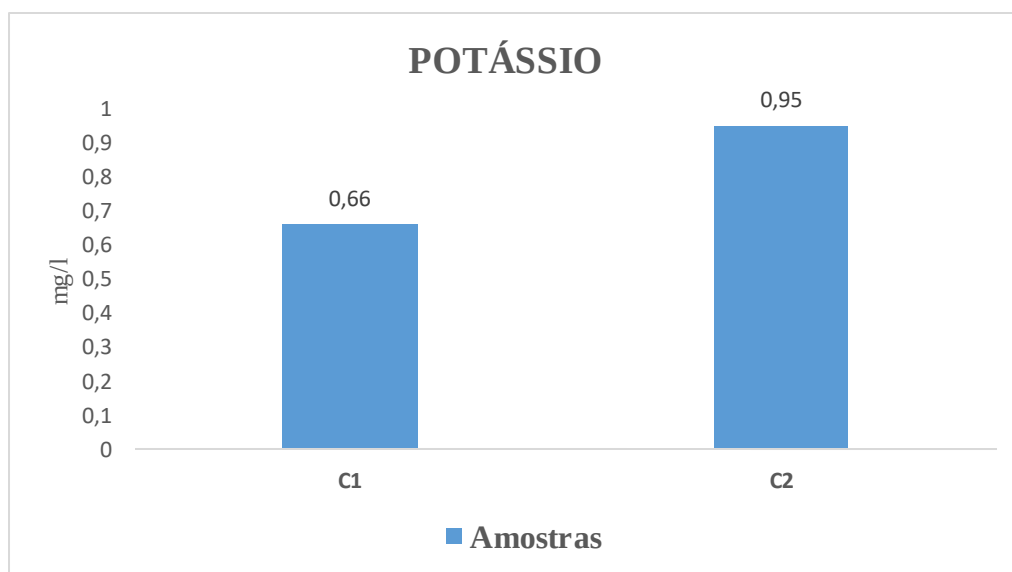
Conforme estipulado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, é recomendado que a salinidade da água doce destinada ao consumo humano seja igual ou inferior a 0,50 mg/l. Nesse contexto, é relevante destacar que as amostras coletadas nos chafarizes demonstraram teores de salinidade que estão de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo CONAMA, garantindo a adequação da água para o consumo humano.

De acordo com Coelho (2013), A avaliação das águas salinas pode ser realizada por meio da análise da concentração de cátions e ânions, do pH, da condutividade elétrica (CE) e da relação de adsorção de sódio (RAS). Esses parâmetros são fundamentais para compreender a composição e a qualidade da água salina em diferentes contextos, proporcionando informações valiosas sobre sua utilização.

4.2.5 Potássio (K)

Os níveis de potássio nas amostras de água apresentaram uma variação que se estendeu de 0,66 mg/l a 0,95 mg/l, conforme representado no **Gráfico 6**.

Gráfico 6 - Teores médios de potássio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Embora o Ministério da Saúde não estabeleça limites específicos para os níveis deste cátion, é comum encontrar teores de potássio (K⁺) em águas naturais que geralmente estão abaixo de 10 mg/L. Esses valores são considerados dentro dos padrões usuais encontrados na natureza. De acordo com os resultados semelhantes descritos por Santos et al. (2019), as

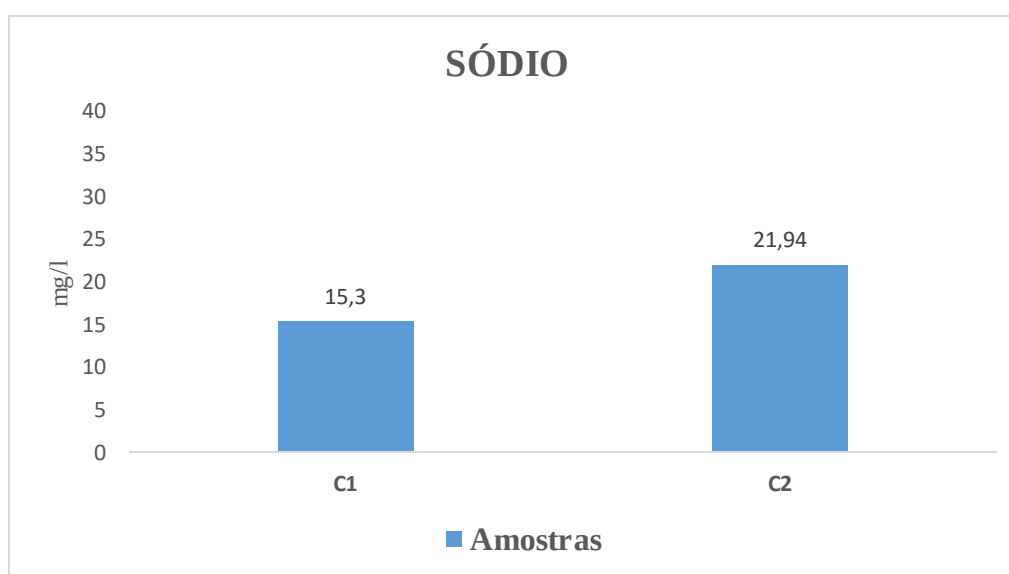
análises das amostras revelaram concentrações de potássio na faixa de 1,2 a 0,4 mg/l. Esses valores são classificados como relativamente baixos, conforme apontado pelo estudo.

O potássio é um elemento essencial tanto para o crescimento de plantas quanto para a saúde humana, ele está presente na água e originado principalmente da dissolução de minerais, da decomposição de matéria vegetal e da presença de fertilizantes agrícolas. Esses processos contribuem para a presença desse elemento na água e podem ter implicações importantes em termos de qualidade e uso da mesma. (PANTOJA., et al, 2017).

4.2.6 Sódio (Na)

Os valores médios de sódio nas amostras de água demonstraram uma variação que abrangeu a faixa de 15,30 mg/L a 21,94 mg/L, como ilustrado no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Teores médios de sódio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Todas as amostras apresentaram baixa concentração de Sódio, nesse sentido se encontram dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 2914/11 do MS que permite no máximo 200 mg.L⁻¹.

Conforme as análises conduzidas por Souza et al. (2015) para determinar os teores de sódio, potássio e cálcio em amostras de água mineral comercializadas no Vale do Taquari, RS, os resultados demonstraram uma variação semelhante no teor de sódio, que se situou na faixa de 2,9 a 42,8 mg/l. Além disso, um estudo realizado por Santos et al. (2019) nos chafarizes do

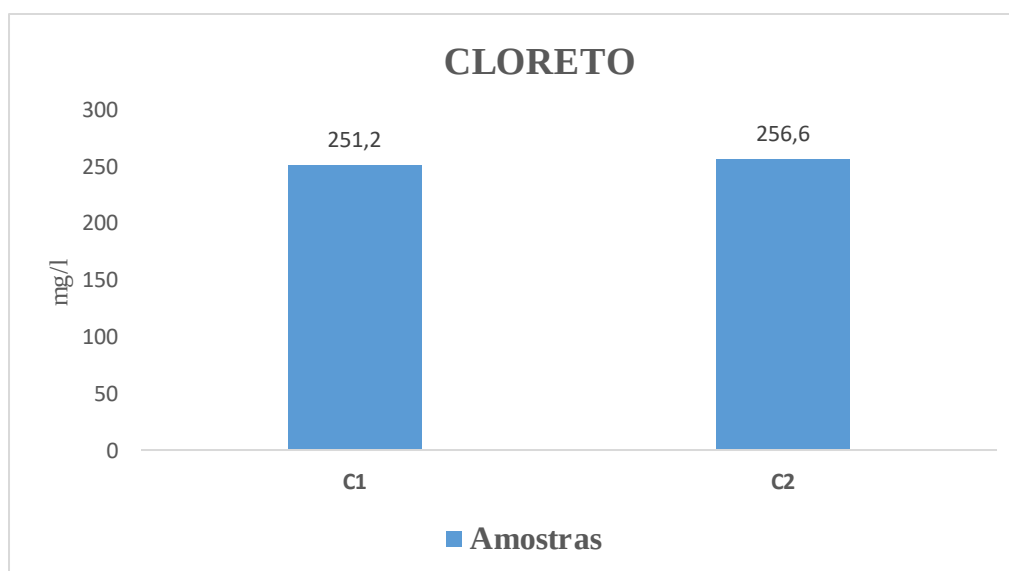
município de Cuité-PB também obteve valores de sódio variando de 4,30 a 86,86 mg/l. Ambos os estudos constataram que esses teores estavam em conformidade com os parâmetros exigidos.

O sódio é um elemento que requer controle, uma vez que o consumo excessivo pode desencadear complicações renais, circulatórias e problemas cardíacos. Portanto, é importante monitorar e regular a ingestão de sódio para preservar a saúde. (GUARDEZI, 2018).

4.2.7 Cloreto

No que diz respeito aos níveis de cloreto, os dados das amostras variaram entre 251,2 mg/L e 256,6 mg/L, conforme representado no **Gráfico 8**.

Gráfico 8 - Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Conforme estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, o limite máximo aceitável para a concentração de cloreto na água é de 250 mg/l. Com base nos dados obtidos nos dois chafarizes analisados, observou-se um leve excedente em relação a esse limite, com diferenças de cerca de 1,2 e 6,6 mg/l. Embora essas discrepâncias sejam relativamente baixas em termos absolutos, elas não estão em conformidade com os padrões estabelecidos, ressaltando a importância de monitorar e controlar os níveis de cloreto na água para garantir a qualidade e a segurança do abastecimento.

Pesquisas realizadas por Oliveira (2019) nos chafarizes de Uruburetama, no estado do Ceará, revelaram níveis significativamente altos de cloretos na água, apresentando valores elevados variando entre 543,2 e 596,0 mg/L. Oliveira também apontou que esse cenário pode

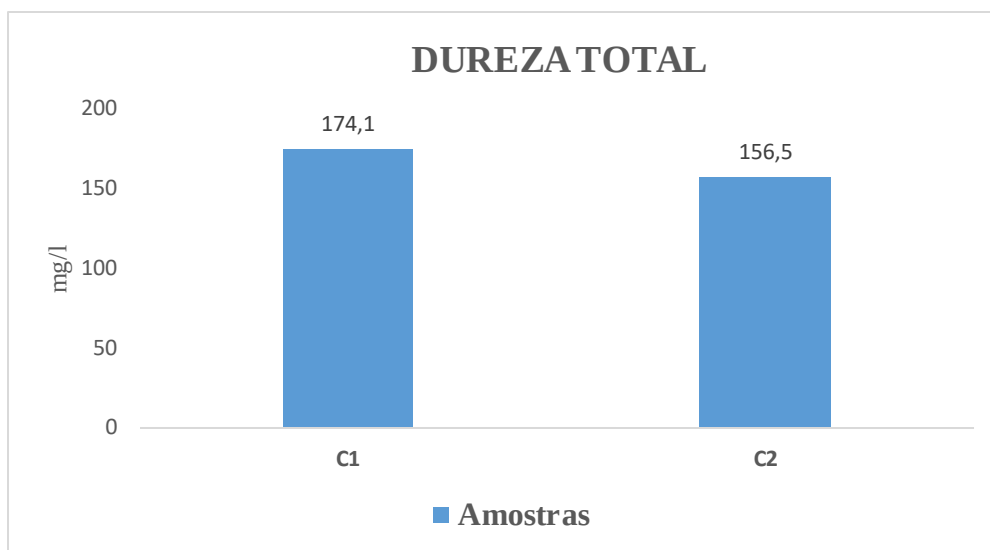
ser atribuído ao domínio hidrogeológico do município, composto por rochas cristalinas. Devido à falta de circulação e aos efeitos do clima semiárido, é comum que a água nessas condições geológicas se torne mais salinizada.

Normalmente, os cloretos são componentes comuns tanto em águas brutas quanto em águas tratadas, com concentrações que podem variar desde traços mínimos até várias centenas de mg/L. Esses cloretos se encontram na forma de compostos como o cloreto de sódio, o cloreto de cálcio e o cloreto de magnésio. Concentrações elevadas de cloretos podem limitar a utilização da água devido ao sabor salgado que eles conferem, além de poderem causar efeitos laxativos quando ingeridos em quantidades excessivas, como observado nos registros da FUNASA em 2013. Portanto, é essencial monitorar e controlar os níveis de cloretos na água para garantir sua qualidade e adequação para diversos usos.

4.2.8 Dureza Total

Os valores para CaCO_3 (mg/L) nas amostras analisadas variaram de 156,5 a 174,1 mg/L, conforme demonstrado no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Conforme apontado por Novicki (2016), a dureza da água está associada aos níveis de magnésio e cálcio presentes nela. Os resultados da análise de dureza estão de acordo com a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, o limite máximo permitido para a dureza total na água potável é de 500 mg/L.

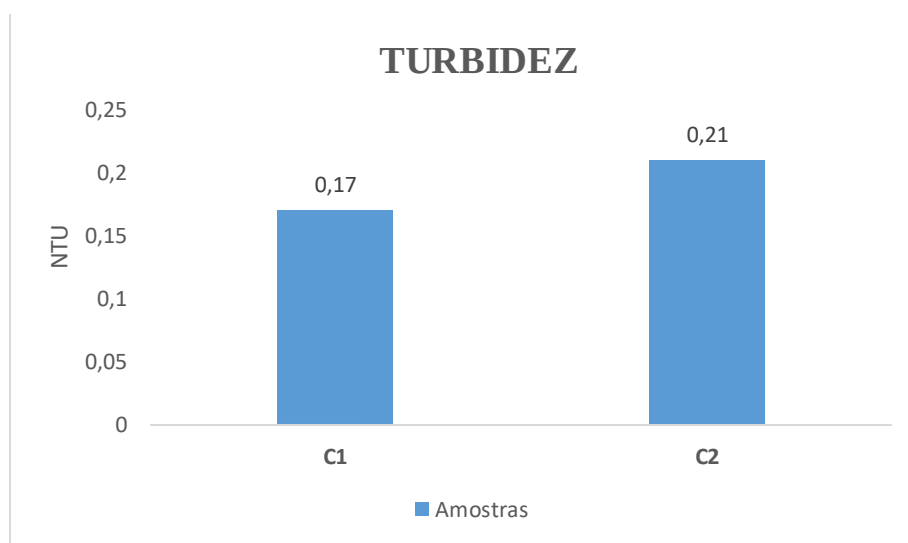
Conforme destacado pela pesquisa conduzida por Santos et al. (2019), a água é classificada como tendo dureza dura quando os níveis se situam entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3 , enquanto que águas com dureza superior a 300 mg/L de CaCO_3 são categorizadas como muito duras. Nesse contexto, as amostras de água provenientes dos chafarizes analisados neste estudo foram consideradas como tendo dureza dura.

Pesquisas conduzida por Oliveira (2019), chegaram a dados semelhantes, onde partes das amostras analisadas estavam abaixo do valor máximo permitido, entre 150 e 300 mg/l e foram classificadas como duras.

4.2.9 Turbidez

Todas as amostras analisadas estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que preconiza um limite de até 5,0 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Valores médios de turbidez total (NTU) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN.



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

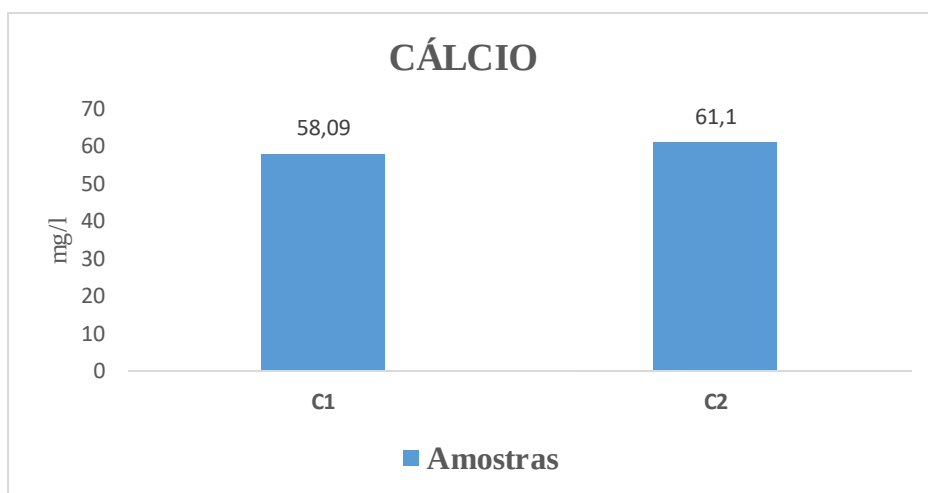
O estudo revelou uma baixa turbidez, com valores médios oscilando entre 0,17 e 0,21 NTU. Essa variação permanece dentro dos limites de referência aceitáveis. De acordo com Silva et al. (2021), a turbidez variou de 0,06 a 0,25 NTU nos chafarizes de Coronel Ezequiel-RN, confirmando a consistência dos resultados obtidos neste estudo em relação aos padrões de turbidez.

O elevado índice de turbidez na água está diretamente associado à presença de matéria orgânica e partículas de argila em suspensão. A agregação desses elementos resulta na formação de coloides que prejudicam a penetração da luz na água. Essa interferência na passagem da luz é uma característica importante para avaliar a qualidade da água, uma vez que a turbidez pode afetar sua transparência e influenciar diversos processos ecológicos e de tratamento. (CERQUEIRA., et al, 2017). A turbidez da água é quantificada usando um dispositivo chamado turbidímetro, que compara o espalhamento de luz ao atravessar a amostra com uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento da luz, maior é a turbidez da água. Essa medição é crucial para avaliar a transparência da água e sua qualidade. (BARROS., et al 2008).

4.2.10 Cálcio

Os valores de cálcio nas amostras de água analisadas variaram de 58,09 a 61,10, como indicado no **Gráfico 11**.

Gráfico 11 - Teores médios de cálcio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

O Ministério da Saúde, por meio de sua Portaria, não estabelece um valor máximo para a concentração desses cátions. No entanto, estudos conduzidos por Souza et al. (2015) para determinar os teores de sódio, potássio e cálcio em amostras de água mineral comercializadas no Vale do Taquari, RS, revelaram uma variação de 2,8 a 42,2 mg/l. Segundo o autor, esses valores foram considerados dentro dos padrões aceitáveis.

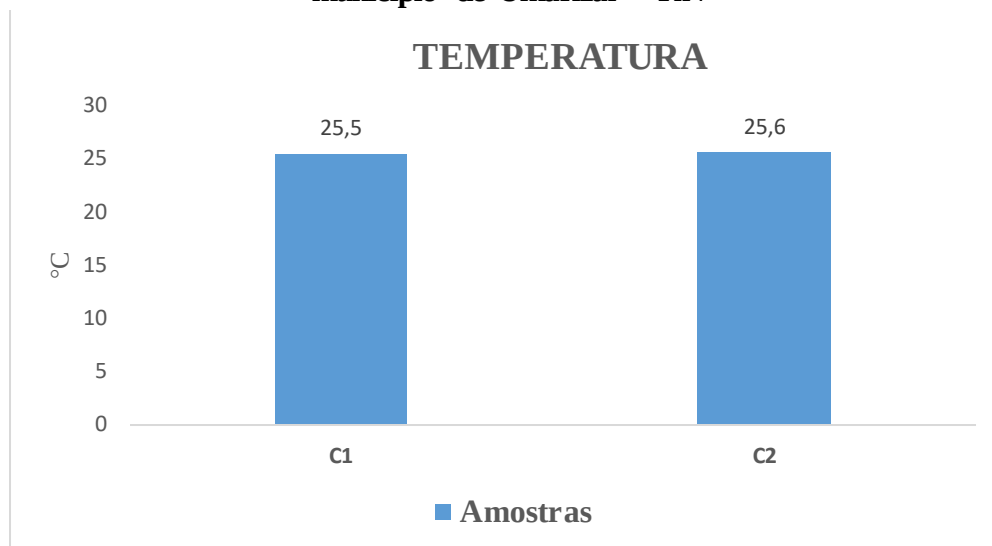
É relevante realizar a análise desses elementos, uma vez que eles são componentes da dureza da água. Essa avaliação é importante para compreender a composição da água e

seus potenciais efeitos em processos de tratamento e no consumo humano. (PANTOJA., et al 2017). O cálcio é predominantemente proveniente de minerais como dolomitas e gipsitas. É importante destacar que níveis elevados de cálcio na água podem contribuir para o desenvolvimento de problemas de saúde, como cálculos renais e hipercalcemia, conforme mencionado por Becker (2008).

4.2.11 Temperatura

Os valores da Temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) nas amostras de água analisadas variaram de 25,5 a 25,6, como indicado no **Gráfico 12**.

Gráfico 12 - Teores médios da Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na água dos chafarizes do município de Umarizal – RN



C1 Chafariz 1; C2 Chafariz 2.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Não existem valores máximos ou mínimos estritamente definidos para a temperatura da água, exceto pela classificação estabelecida no Código Nacional de Águas Minerais para fontes termiais. Essa classificação categoriza as temperaturas em diferentes faixas, incluindo águas frias ($t < 25^{\circ}\text{C}$), hipotérmicas ($25^{\circ}\text{C} > t < 33^{\circ}\text{C}$), mesotérmicas ($33^{\circ}\text{C} > t < 36^{\circ}\text{C}$), isotérmicas ($36^{\circ}\text{C} > t < 38^{\circ}\text{C}$) e hipertermicas ($t \geq 38^{\circ}\text{C}$).

Os resultados de Barros et al. (2021), deram valores próximos de temperatura nas amostras variaram na faixa de $28,8^{\circ}\text{C}$ a $29,3^{\circ}\text{C}$.

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

De acordo com a análise estatística das características físico-químicas das amostras de água nos chafarizes no município de Umarizal – RN estudadas, todas as amostras apresentaram

diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade demonstrado na **Tabela 3**, denotando-se a influência direta das fontes de água de abastecimento dos chafarizes como principal fator deste resultado.

Tabela 3 – Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de UMARIZAL - RN.

Análises	C1	C2	Média	Legislação (VMP)
pH	7,73a	6,81b	7,27	6 a 9
CE (µS/cm)	84,24b	87,36a	85,8	--
Temperatura (°C)	25,5a	25,6a	25,55	
Salinidade (mg/l)	0,31b	0,49a	0,40	0,50
Potássio K ⁺ (mg/l)	0,66b	0,95a	0,80	17
Na ⁺ (mg/l)	15,30b	21,94a	18,62	200
Cloretos Cl⁻ (mg/l)	251,2b*	256,6a*	253,9*	250
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	174,1a	156,5b	165,3	500
Turbidez (NTU)	0,17b	0,21a	0,19	5
SDT	43,06b	55,22a	49,14	1000
				--
Cálcio (mg/l)	58,09b	61,10a	59,59	

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

* 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, 2023.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados das análises, a água mineral disponibilizada nos chafarizes de Umarizal mantém uma boa qualidade físico-química estando em conformidade com as normativas nacionais em vigor. Apesar dos níveis de cloreto estarem levemente superior, outras análises seriam necessárias para uma conclusão definitiva sobre a inconformidade deste parâmetro.

6. REFERÊNCIAS

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Normas e padrões para alimentos**. Resolução – CNNPA nº. 12, 2019. São Paulo/SP.
- ANVISA. Agencia Nacional De Vigilancia Sanitaria. Arquivo Nacional. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 255, de 10 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre os requisitos sanitários das águas envasadas e do gelo para consumo humano. ANVISA. Agencia Nacional De Vigilancia Sanitaria. Brasília: 10 de dezembro de 2018.
- ARAÚJO, A. M. S et al. **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE CHAFARIZES DO MUNICÍPIO DE CORONEL EZEQUIEL-RN**. Educ. Ci. e Saúde, v. 8, n. 1, p. 20-32, (jan./jun.), 2021.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (ABNT). **NBR 15538**: Medidores de água potável - Ensaio para avaliação de eficiência. Brasília, 2014. 15 p.15 Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=312791>>. Acesso em: 12 jun 2023.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12° ed. Washington: AOAC, 1997, 1015p.
- AZEVEDO, A. C de. **Verso e Reverso das Políticas Públicas de Água para o Semiárido Brasileiro**. Revista Política e Planejamento Regional, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, julho/dezembro 2015, p. 373 a 392.
- BARBOSA, E. M et al. **POLÍTICAS DE ACESSO À ÁGUA NO BRASIL: PENSANDO A EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS DE COMBATE À SECA NO SEMIÁRIDO**. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 443-467, out/dez. 2019.
- BARROS, S. B. A et al. **Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas em Picos, Piauí, Brasil**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.2, p. 15566-15579 feb. 2021.
- BARRETO, EDVAN. **CONSUMO DE ÁGUA DE CHAFARIZES ELETRÔNICOS SE TORNOU ALTERNATIVA ECONÔMICA E RENTÁVEL**. Guamarenatela, 2023. Disponível em: <www.guamarenatela.com/2023/01/consumo-de-agua-de-chafarizes.html> Acesso em: 18 Set 2023.
- BARROS, M.K.L.V. **CONFLITO SOCIOAMBIENTAL E MOBILIZAÇÃO PELA ÁGUA EM TEMPOS DE SECA: A PASSAGEM DE CARROS-PIPA PELA COMUNIDADE DO SÍTIO SÃO TOMÉ, ALAGOA NOVA, PARAÍBA**. Dissertação (Pós-Graduação do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Anvisa-MS nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 out. 2003.
- BECKER, H. Controle analítico de águas. Fortaleza – CE, Versão 4. 2008, p. 46.

BERETTA, B. F. S. das et al. **Análise do PH de águas minerais envasadas comercializadas em Porto Alegre/RS e sua verificação conforme o rótulo e os conflitos das legislações atuais.** Ciência em Movimento - Biociências e saúde, v. 23, n. 47, dezembro de 2021.

BISCHOFF, WESLEY. Relatório da ONU aponta risco de crise global por escassez de água. **g1.globo**, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/meioambiente/noticia/2023/03/21/relatorio-da-onu-aponta-risco-de-crise-global-por-escassez-de-agua.ghtml>> Acesso em: <17 de Outubro 2023>

BRITO, F.E, da S.; BRITO, C.A.R. de S.; CARVALHO, R.M.; SHINYA, T.Y. **Análise microbiológica da qualidade da água do povoado Barra Nova, Cocal de Telha – Piauí, Brasil.** Journal of Environmental Analysis and Progress V. 06 N. 03 (2021) 174-182.

CAJAZEIRAS, C. C. de A. **ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E RISCO À ESCASSEZ HÍDRICA NO SEMIÁRIDO - CASO DE ESTUDO IBARETAMA/CE.** Tese doutorado (Pós-Graduação em Geologia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CAMPELO, K. B. F et al. **Principais sistemas de captação de água de chuva: uma forma de diminuir os efeitos das secas prolongadas no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.** Em Extensão, Uberlândia, v. 16, n. 2, p. 101-128, jul./dez. 2017.

CAMPOS, J. N. B. **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos.** estudos avançados 28 (82), 2014.

CARVALHO, F. A. de.; FIGUEIREDO, A. C. da.; OLIVEIRA, C. A. de. **QUALIDADE DAS ÁGUAS MINERALIS COMERCIALIZADAS EM VÁRIOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.** Revista Semiárido De Visu, v. 4, n. 1, p.32-40, 2016.

CARVALHO, L. E. P et al. **ANÁLISE DAS PRINCIPAIS POLÍTICAS PÚBLICAS DE ACESSO A ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.** 3 Whorkshop Somos agua no semi arido brasileiro. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande,

COELHO, S. C., DUARTE, A. N., AMARAL, L. S., DOS SANTOS, P. M., SALLES, M. J., DOS SANTOS, J. A. A., & SOTERO MARTINS, A. (2017). Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. Revista Ambiente & Água, 12(1), 156 - 167.

CIRILO, J. A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido.** a Universidade Federal de Pernambuco. Estado de Pernambuco PE, 2008.

DIAS, Ane Maciel et al. Características Físico-químicas de Águas Minerais das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. 21º Congresso de Iniciação Científica. 4a Mostra Científica. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

FARACHE FILHO, A.; DIAS, M. F. F. Qualidade microbiológica de água em garrações de 20 litros. **Alimentos e Nutrição.**, v.19, n.3, p. 243-248, 2008.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar.exe: sistema de análise de variância.** Versão 3.04. Lavras: UFLA, 2012.

FERREIRA, J. G et al. **SECA, MEMÓRIA E POLÍTICAS PÚBLICAS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**. Congresso ALAS Uruguay, 2017. Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa e Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FILHO, E. D. S. da et al. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande – PB**. Revista Principia, D I V U L G A Ç Ã O C I E N T Í F I C A E T E C N O L Ó G I C A D O I F P B | N ° 3 0, JOÃO PESSOA, Setembro 2016.

GUARDEZI, J. S. **Análise de cálcio, potássio e sódio em águas naturais: sistema potenciométrico de multisensores**. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental. Bragança, 2018.

GUERRA, K. D. P et al. **SUSTENTABILIDADE** Desafio 6 – ÁGUA. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO Programa de Pós-Graduação em Administração e Programa de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP.

GUITARRARA, Paloma. **Água potável**. Uol. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>>. Acesso em: 12 abril 2023.

FRACALANZA, A. P.; FREIRE, T. M. **Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo: injustiça ambiental, privatização e mercantilização de um bem comum**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 464-478, mês. 2016. ISSN 2179-0892

HADA, Brenda; REIS, E. M. **1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável, dizem o UNICEF e a OMS**. UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância). Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>>. Acesso em: 7 abril 2023.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), **“Censo 2022”** [base de dados online]. Disponível em:< <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/umarizal.html>>. Acesso em: 16 abril 2023.

INSA. Atlas do Semiárido Brasileiro. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2020. Acesso em: 19 de Agosto de 2023.

JUNIOR, O. S. L et al. **ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHAFARIZ ELETRÔNICO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN**. REVISTA OWL (OWL JOURNAL), vol. 1, n. 2, Campina Grande, ago. 2023.

LUCENA, W. B. de et al. **PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS EM VITÓRIA DE SANTO ANTÃO-PE**. In: 3 CONGRSSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, VITÓRIA DE SANTO ANTÃO-PE, 2018. Anais... VITÓRIA DE SANTO ANTÃO-PE.

MACÊDO A. J. da S et al. **Particularidades da região Nordeste do Brasil: revisão de Literatura**. Nutritime Revista Eletrônica, Vol. 14, N° 05, set./out. 2017.

MAIA, I. L. B. **O ACESSO À ÁGUA POTÁVEL COMO DIREITO HUMANO FUNDAMENTAL NO DIREITO BRASILEIRO.** Revista do CEPEJ, Salvador, vol. 20, pp 301-338, jul-dez 2017.

MASCARENHAS, A. V et al. **Análise do PH de águas minerais envasadas comercializadas em Porto Alegre/RS e sua verificação conforme o rótulo e os conflitos das legislações atuais.** Ciência em Movimento - Biociências e saúde, v. 23, n. 47, dezembro de 2021.

MEIRELLES, B. **A avaliação do Programa Água para Todos na visão do público-alvo e dos gestores.** Revista NAU Social - v.12, n.23, p. 647 – 660 Mai. 2021 / Out. 2021

MORAES, L. C. J. **ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE MARABÁ- PARÁ.** 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009

MOURA, Thamires de Oliveira. **INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE CONTAMINANTES NA ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS DE POLIETILENO EM COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO DOMINGOS, SEMIÁRIDO DA BAHIA.** 2017. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017

NASCIMENTO, J et al. **A realidade do acesso à água potável no mundo.** OXFAM Brasil. Disponível em: < <https://www.oxfam.org.br/blog/a-realidade-do-acesso-a-agua-potavel-no-mundo/>>. Acesso em: 7 abril 2023.

NETO, M. M. et al. **DE COMO LEMBRAR O SEMIÁRIDO E ESQUECER O SERTÃO.** sÆculum- REVISTADE HISTÓRIA[23]; João Pessoa, jul./ dez. 2010.

NETO, M. C. P. **PERSPECTIVAS DA AÇUDAGEM NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E SUAS IMPLICAÇÕES NA REGIÃO DO SERIDÓ POTIGUAR.** Artigo 2017. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Assú, Rio Grande do Norte, Brasil.

NOVICKI, C., DE CAMPOS, R. F. F. **Análise da potabilidade das águas de fontes naturais, junto ao município de Fraiburgo-SC.** Revista Monografias Ambientais, 2016.

NORÕES, C. **Região Nordeste.** EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Disponível em: < <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/regiao-nordeste>>. Acesso em: 7 Abril 2023.

NUNES NETO, F. A. **Entre fontes, chafarizes e o dique: a introdução do sistema de abastecimento de água em Salvador.** Revista FSA, Teresina, v. 11, n. 4, p. 134-157, 2014.

MUÑOZ, S. I. S et al. **Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo.** Revista o Mundo da Saúde, São Paulo: 2011;35(1):98-104

NUNES, A. J. R. **MINERAÇÃO DE ÁGUA MINERAL: QUALIDADE PARA O CONSUMO HUMANO E PROMOÇÃO DE SAÚDE.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.8.n.01.jan. 2022. ISSN - 2675 – 3375.

OLIVEIRA, F. M. S. de. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES DO MUNICÍPIO DE URUBURETAMA, ESTADO DO CEARÁ**. 2019. 45f. Monografia (Bacharel Engenha Química). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PANTOJA, L. D. M et al. **ANÁLISE DA POTABILIDADE DE ÁGUA DE CHAFARIZES DE DOIS BAIRROS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA, CEARÁ**. Revista Acta Biomedica Brasiliensia / Volume 8/ nº 1/ Julho de 2017.

PIRES, E. R. O. **ATUAÇÃO DA SECA DO NORDESTE SOBRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE SEABRA (BA)**. Dissertação (técnico integrado em Meio Ambiente). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Seabra.

POZZA, C. B. **SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: CENÁRIO DO SISTEMA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco-PR, 2019.

PRETTO, N et al. **População mundial chega a 8 bilhões, segundo a ONU**. Nexojornal. Sao Paulo, 14 de nov de 2022. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/grafico/2022/11/14/Popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-chega-a-8-bilh%C3%B5es-segundo-a-ONU>>. Acesso em: 5 de setembro 2023.

QUIRINO, P. P. **GEOGRAFIA DO SENTIMENTO: A CONSTRUÇÃO DO NORDESTE BRASILEIRO, BREVES CONSIDERAÇÕES**. Ciência Geográfica – Bauru, v. 26 Jan/Dez, 2022.

SANTOS, M. C. et al. Determinação de propriedades físico-químicas de águas do chafariz do município de Cuité-PB. Revista Educação Ciências e Saúde, v. 6, n. 1, p. 17-35, jan./jun., 2019.

SCURACCHIO, P.A. **QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO EM ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP**. 2010. Dissertação (Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição). UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS CÂMPUS DE ARARAQUARA, SP.

SCHELEDER, A. F. P et al. **A (In)sustentabilidade Hídrica Global e o Direito Humano à Água**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS. Sequência (Florianópolis), n. 79, p. 119-138, ago. 2018.

SESAP. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE PÚBLICA. **NOTA INFORMATIVA Nº 4/2021 - SESAP – SUVISA**. Natal, Abril 2021. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>> Acesso em: 2 de setembro 2023.

SHUBO, T. **SUSTENTABILIDADE DO ABASTECIMENTO E DA QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL URBANA**. 2003. 126f. Dissertação apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental. Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, C. H. R. T. **RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL**. Boletim do Legislativo. Núcleo de estudos e pesquisas, Senado Federal. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/senado/conleg/boletim_do_legislativo.html> Acesso em: 2 Setembro 2023.

SILVA, D. D. et al. **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE CHAFARIZES DA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE CORONEL EZEQUIEL-RN**. VI Congresso Nacional de pesquisa e ensino de Ciência, Rio Grande do Norte, 2021.

SOUSA, J. D. de et al. **O desenvolvimento da região nordeste: uma abordagem econômica e ambiental**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental (Pombal - PB - Brasil), v. 11, n.01, p.42 - 48, jan-dez, 2017.

SOUSA, Erika Dayana Silva De. et al. **Avaliação da qualidade das águas minerais comercializadas na cidade de Bacamal-MA**. Campina Grande/PBIBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2016.

SOUZA, C. F. V et al. **DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓDIO, POTÁSSIO E CÁLCIO EM AMOSTRAS DE ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADAS NO VALE DO TAQUARI, RS**. REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS, VOL. 7, N. 4, 2015 - CETEC/UNIVATES.

TEIXEIRA, M. N. **O sertão semiárido. Uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço**. Revista Sociedade e Estado, v. 31, n. 3 Set/Dez 2016.

TIARINI, C. M. **Estudo da Qualidade Microbiológica da Água Mineral, Distribuída no Câmpus Inhumas**. 2020. 48f. Dissertação (Licenciatura em Química). Instituto Federal de Goiás (IFG)/Câmpus Inhumas, Goiás.

VAITSMAN, Delmo Santiago; VAITSMAN, Mauro Santiago. **Água Mineral**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2019.

XAVIER, M. V. S. das et al. **Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa**. Research, Society and Development, v. 11, n. 1, e42511125118, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25118>.