



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

FRANARLLY COELHO DA SILVA

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

CARAÚBAS - RN

Maio – 2023

FRANARLLY COELHO DA SILVA

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

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

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor
Machado

CARAÚBAS - RN

Maio – 2023

FRANARLLY COELHO DA SILVA

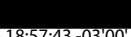
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS –
RIO GRANDE DO NORTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor
Machado

Defendida em: 19/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

ANTONIO VITOR
MACHADO  Assinado de forma digital por ANTONIO
VITOR MACHADO 
Dados: 2023.05.25 18:57:43 -03'00"

Antônio Vitor Machado, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente



Documento assinado digitalmente

FRANCISCA MARTA MACHADO CASADO DE

Data: 25/05/2023 20:55:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Msc. José Aldenor de Sousa UFERSA – Mossoró
Segundo Membro



Documento assinado digitalmente

JOSE ALDENOR DE SOUSA

Data: 25/05/2023 18:38:32-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

© 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.

cF814 coelho, Franarilly .
c Caracterização físico-química da água mineral
comercializada em chafarizes no município de
Caraúbas-Rio grande do norte / Franarilly coelho.
- 2022.
58 f. : il.

Orientador: Antônio vitor Machado.
Coorientador: Francisca marta Machado.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Chafariz. 2. qualidade. 3. água. I.
Machado, Antônio vitor , orient. II. Machado,
Francisca marta, 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.

A minha querida avó, Hilda Maria da Conceição, que me criou desde muito pequeno e me fez um homem de valores e convicções a frente do meu tempo. A minha mãe, Ialda Maria da Silva, que sempre atuou como figura paterna e materna, auxiliando-me na vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida, por me guardar e me guiar nesse mundo atribulado. Por abençoar a mim e a minha família.

Agradeço a minha avó, Hilda Maria da Conceição, por criar a mim e aos meus irmãos, nos ensinando os valores morais e éticos da vida, e que nunca nos deixou passar necessidades.

Agradeço a minha mãe, Ialda Maria da Silva, por fazer um papel duplo, de pai e mãe. E nunca se abater com as adversidades da vida, trabalhando para conquistar uma situação financeira estável pra que eu pudesse me dedicar somente aos meus estudos.

Agradeço ao meu orientador Antônio Vitor Machado, por me conceder o conhecimento da pesquisa, orientando e auxiliando o presente trabalho. E também, por ser uma ótima pessoa, assim como um excelente profissional.

Agradeço a todos os amigos que fiz na universidade, que de alguma forma contribuíram para a minha formação e conhecimento acadêmico.

Agradeço também a minha namorada, Isis Dayara França Silva, por ser uma pessoa maravilhosa e por tornar meus dias mais felizes, sempre acreditando em mim e me apoiando.

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 quantidade e a qualidade das águas disponibilizadas para consumo humano nos municípios Nordestinos do Brasil vêm sofrendo sérios problemas, quanto a sua disponibilidade e principalmente quanto à qualidade desta para o consumo humano, essa situação faz com que a população busque alternativas tornando assim o consumo de água mineral cada vez maior nestes locais; Com isso, começaram a surgir chafarizes nas cidades com o intuito de levar água de qualidade para dentro da casa das pessoas e por um valor acessível, buscando assim uma maior praticidade e segurança para o consumo. Contudo à medida que o consumo de água mineral aumenta, as empresas produtoras e distribuidoras deixam em muitos casos de atender os critérios de qualidade exigidos pela legislação; neste sentido, essa pesquisa teve como principal objetivo investigar a qualidade da água mineral comercializada nos chafarizes do município de Caraúbas - RN, buscando-se assim analisar os parâmetros físico-químicos e confrontar seus teores com os parâmetros de qualidade definidos pela legislação. Foram coletadas amostras de água mineral comercializadas nos chafarizes do município de Caraúbas – RN, estas amostras foram levadas aos laboratórios de química da UFERSA – Caraúbas e de solos UFERSA - Mossoró, para serem analisadas de acordo com as normas preconizadas pela ANVISA e os critérios estabelecidos pela legislação e o Código de Proteção e Defesa do Consumidor. De acordo com os resultados, podemos concluir que a caracterização físico-química de qualidade das amostras de água mineral dos chafarizes do município de Caraúbas – RN, demonstrou uma boa qualidade, contudo, os teores de pH, potássio e cloretos encontrados estavam não conformes aos limites estabelecido pela legislação, Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005, Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, em todas as amostras de água mineral analisadas. Devido à grande importância do cloreto na eliminação e controle de microorganismos, recomenda-se a adoção de um monitoramento constante como forma de garantir a saúde dos seus consumidores.

Palavras-chave: Água mineral, qualidade, chafarizes.

ABSTRACT

The quantity and quality of water available for human consumption in the Northeastern municipalities of Brazil have been suffering serious problems, as to its availability and especially as to its quality for human consumption. This situation causes the population to seek alternatives, thus increasing the consumption of mineral water in these places. However, as the consumption of mineral water increases, producing and distributing companies often fail to meet the quality criteria required by law. Therefore, the main purpose of this research was to investigate the quality of mineral water sold in fountains in the city of Caraúbas, RN, in order to analyze the physical-chemical parameters and compare their levels with the quality parameters defined by law. Samples of mineral water sold in fountains in the city of Caraúbas - RN were collected. These samples were taken to the chemical labs of UFERSA - Caraúbas and UFERSA - Mossoró, to be analyzed according to the standards recommended by ANVISA and the criteria established by the legislation and the Consumer Protection and Defense Code. According to the results, we can conclude that the physical-chemical quality characterization of the samples of mineral water from the fountains of the city of Caraúbas - RN, demonstrated a good quality, however, the chloride contents found were lower than the limits established by legislation, Ordinance of the Ministry of Health No. 2914 of 2011, Resolution CONAMA No. 357 of 17/03/2005, Resolution CONAMA No. 396 of 2008 and Consolidation Ordinance No. 5/2017 of the Ministry of Health, in all samples of mineral water analyzed. Due to the great importance of chloride in the elimination and control of microorganisms, the adoption of constant monitoring is recommended as a way to ensure the health of its consumers.

Keywords: Water mineral, quality, fountains.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Situação da vegetação do Nordeste entre os dias 20/08 e 26/08,2018.-----	17
Figura 2 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária-----	Erro! Indicador não definido.
Figura 3 – Poluição das Águas. -----	22
Figura 4 – Chafariz Eletrônico. -----	26
Figura 5 – Mapa do estado do Rio Grande do Norte-RN, em destaque o município de Caraúbas. -----	24
Figura 6 – Esquema de funcionamento simplificado de um Chafariz eletrônico (Visão Interna). -----	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos chafarizes do município de Caraúbas-RN.....	35
Tabela 2 – Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de Caraúbas, RN.....	49
Tabela 3 – Análises estatísticas da água dos chafarizes no município de Caraúbas – RN. Erro! Indicador não definido.	

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN.	36
Gráfico 2 Teores médios de condutividade elétrica na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN.....	37
Gráfico 3 Teores médios de sólidos dissolvidos totais na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN.....	39
Gráfico 4 Teores médios de salinidade na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN	40
Gráfico 5 Teores médios de potássio na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN	41
Gráfico 6 Teores médios de sódio na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN...	42
Gráfico 7 Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN	43
Gráfico 8 Valores médios de dureza total na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN.....	44
Gráfico 9 Valores médios de turbidez total na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN.....	45
Gráfico 10 Teores médios de oxigênio na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN	47
Gráfico 11 Teores médios de cálcio na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	15
2.2 POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS BRASILEIRAS E QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL	18
2.4 DESAFIOS NA GESTÃO E QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL	21
2.5 MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN	23
2.6 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO	24
2.7 CHAFARIZ ELETRÔNICO.....	26
2.7.1 Funcionamento	28
2.7.2 Armazenamento da água.....	29
2.7.3 Sistema de reabastecimento dos chafarizes	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 LOCAL DA PESQUISA.....	31
3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES	31
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	31
3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	32
3.4.1 pH	32
3.4.2 Condutividade Elétrica.....	32
3.4.3 Sólidos Dissolvidos Totais	32
3.4.4 Salinidade.....	33
3.4.5 Potássio.....	33
3.4.6 Sódio	33
3.4.7 Cloretos	33
3.4.8 Dureza Total.....	33
3.4.9 Turbidez	34
3.4.10 Oxigênio Dissolvido (OD).....	34
3.4.11 Cálcio.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES, CONDIÇÕES E CUIDADOS PRATICADOS PELOS PROPRIETÁRIOS.....	35
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	36
4.2.1 pH	36
4.2.2 Condutividade elétrica.....	37
4.2.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	38
4.2.4 Salinidade.....	39
4.2.6 Sódio (Na).....	41
4.2.7 Cloretos	43
4.2.8 Dureza Total.....	44
4.2.9 Turbidez	45
4.2.10 Oxigênio Dissolvido (OD).....	46
4.2.11 Cálcio.....	48
4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	48
5. Conclusão.....	50
6. REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

A água continua sendo um recurso natural essencial para a existência da vida e é utilizada em todo o mundo para diferentes finalidades, como abastecimento, doméstico, agrícola, industrial, geração de energia, navegação e recreação. De acordo com o Relatório Mundial das Nações Unidas (ONU) sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2021, a demanda mundial por água aumentou cerca de 1% ao ano desde o início do século XXI e continuará a crescer a taxas semelhantes nas próximas décadas. Além disso, o relatório também aponta que quase metade da população mundial está em risco de escassez de água em 2050 se as tendências atuais de consumo continuarem (ONU, 2021).

Segundo Aquino (2019), a água continua sendo responsável pela existência dos seres vivos, atuando no transporte de nutrientes nos organismos, na manutenção da pressão intracelular, facilitando os processos digestivos, regulando a temperatura térmica dos animais e garantindo a sobrevivência e o equilíbrio da biodiversidade. A água também pode ser considerada um indicador de qualidade ambiental por ser capaz de avaliar e quantificar se um determinado ambiente possui a capacidade de fornecer os recursos necessários à manutenção dos sistemas de produção e vida.

No semiárido brasileiro, a falta de água continua sendo o principal fator limitante 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).

O consumo de água é uma preocupação global devido à sua grande importância para a manutenção da vida e da biodiversidade. No entanto, muitas regiões do mundo sofrem com a escassez de água e a falta de acesso à água potável, o que pode levar a problemas de saúde e agravar a pobreza. Os chafarizes eletrônicos são uma solução inovadora e sustentável, que permite a distribuição de água potável de forma segura e eficiente (OMS, 2021).

No município de Caraúbas, localizado no estado do Rio Grande do Norte, a implementação de chafarizes eletrônicos ajuda a garantir o acesso à água potável para a população. Neste sentido, torna-se importante a busca por informações sobre a qualidade físico-química da água oriunda desses chafarizes, a fim de que se possa comparar aos padrões de qualidade estabelecidos por lei de forma a garantir o bem estar da comunidade consumidora local.

1.1 OBJETIVO GERAL

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

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar as análises físico-químicas de pH, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza total, oxigênio dissolvidos, turbidez, potássio, sódio e salinidade nas amostras de água;
- 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. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente - MMA (BRASIL, 2023), no final da década de 1980, a área delimitada como semiárida foi oficialmente criada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (BRASIL, 2023), a partir da Lei 7.827, de 27 de setembro de 1989. O critério principal para a sua delimitação foi o da precipitação pluviométrica, tendo como parâmetro as localidades que apresentam precipitação média inferior a 800 milímetros. A SUDENE, em parceria com a ANA - Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2023), organizou uma nova forma de regionalização denominada semiárido brasileiro que abrange grande parte do território nordestino (88%), a região setentrional do Estado de Minas Gerais (9,7%), como também o norte do Espírito Santo (2,3%) (SUDENE; ANA, 2021). Desse modo, esse território ocupa uma área de 974.752 Km², e foi regionalizada por apresentar características marcantes e irregularidades de chuva, podendo ser agravada pelo fato de a evaporação ser superior a precipitação, favorecendo a ocorrência de secas prolongadas (IBGE, 2021).

Segundo a superintendência de desenvolvimento do nordeste (SUDENE; ANA, 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. Caracteriza-se 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.

Historicamente, o semiárido brasileiro tem sido objeto de estudos e pesquisas em diversas áreas, desde a geografia e a ecologia até a economia e a sociologia. Esses estudos têm contribuído para a compreensão das particularidades da região e para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias de enfrentamento dos desafios que se apresentam (MOURA et al., 2020). Um dos principais desafios enfrentados nessa região é a escassez de recursos hídricos. A região é caracterizada por uma rede hidrográfica intermitente e pela presença de aquíferos subterrâneos de baixa recarga e qualidade. Isso implica em uma demanda crescente por água,

tanto para o consumo humano e animal quanto para a atividade agrícola, que é a principal atividade econômica da região (Moura, 2020).

O fenômeno natural cíclico da seca assola o Brasil há vários séculos, de modo que a escassez de água no Semiárido não representa qualquer novidade. Considera-se, inclusive, que não é a falta de chuva ou a sua dádiva espacialmente e quantitativamente irregular pela natureza a responsável pelo agravamento das consequências desse fenômeno que vem afetando as condições de vida do povo nordestino, mas é, isto sim, a falta do gerenciamento eficaz dos recursos hídricos desta região que tem sido indicada como a causa principal deste flagelo, como têm constatado diversos estudiosos (Schistek, 2005). Segundo o mesmo autor, outro elemento característico é o alto índice de evaporação da ordem de 3.000 mm por ano, caracterizado por altas temperaturas e por períodos de grandes estações seca e quentes, ventos fortes e baixa umidade do ar.

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, segundo 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).

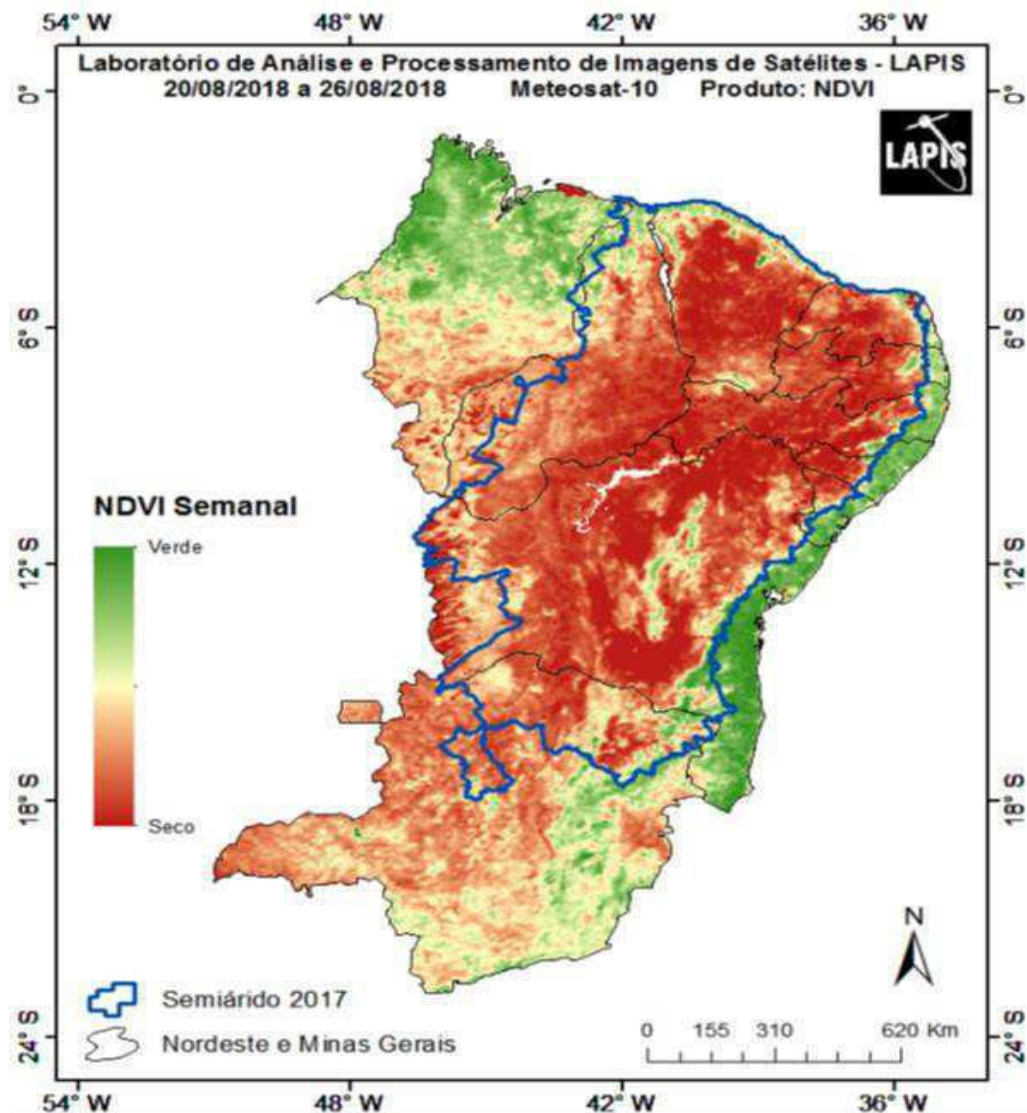
De acordo com dados atualizados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao ano de 2020, a região Nordeste do Brasil é composta por nove estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e tem uma área total de 1.554.291,8 km², dos quais 50,3% (782.469,8 km²) correspondem a áreas com características de semiárido. O estado do Rio Grande do Norte continua sendo o

que possui a maior proporção de seu território com características de semiárido, correspondendo a 95,2% do estado.

Essas características climáticas associadas a desigualdades sociais e econômicas ainda persistem na região e têm sido objeto de estudos por diversos pesquisadores. Como exemplo, pode-se citar o estudo de Machado et al. (2020) que analisou a relação entre a pobreza, o acesso à água e o acesso à energia elétrica na região semiárida do Nordeste brasileiro.

O mapa abaixo da Figura 1, mostra que a seca atinge quase todos os municípios do Semiárido brasileiro, com exceção das áreas de Zona da Mata, na Costa Leste do Nordeste, onde a vegetação está verde e ocorre, no período de abril e julho, a estação chuvosa (LAPIS, 2018).

Figura 1 – Situação da vegetação do Nordeste entre os dias 20/08 e 26/08,2018.



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, 2018).

2.2 POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS BRASILEIRAS E 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, 2010). 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 solução do problema da “seca do nordeste” está longe de ser alcançada. Por isso, os brasileiros devem ter plena consciência de que se houver um esforço dirigido dos políticos em repassar recursos financeiros para os órgãos públicos de pesquisa e extensão, para em conjunto desenvolverem tecnologias simples e de baixo custo, bem como programarem ações de fortalecimento da infraestrutura social e produtiva, pode-se alcançar a melhoria da qualidade de vida da população rural (LOPES et al., 2002; MARTINS; NOGUEIRA, 2015).

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, afetando 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.

Os autores Baptista e Campos (2013), apresentam uma visão semelhante, destacando a importância de uma proposta de desenvolvimento que leve em conta as particularidades do semiárido e promova políticas públicas adequadas. Segundo o Atlas do Semiárido Brasileiro, uma das principais estratégias para a convivência com o semiárido é o fortalecimento da agricultura familiar, que pode garantir a segurança alimentar e a geração de renda para as

comunidades locais. Além disso, é fundamental investir em tecnologias apropriadas e na gestão sustentável dos recursos hídricos disponíveis na região (INSA, 2020).

“[...] Conviver com o Semiárido não significa apenas empregar tecnologias diferentes, quer sejam baratas ou caras. Significa abraçar uma proposta de desenvolvimento que afirma ser o semiárido viável, ser o seu povo inteligente e capaz, ser a natureza do semiárido rica e possível, desde que os seres humanos com ela se relacionem de modo respeitoso e que haja políticas públicas adequadas (BAPTISTA e CAMPOS 2013, p. 64).”

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.

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.

A qualidade da água destinada ao consumo humano é fiscalizada pelos órgãos estaduais de vigilância sanitária, responsáveis pela fiscalização dos estabelecimentos que comercializam água mineral. Esses órgãos realizam inspeções periódicas nas fontes de captação e nos estabelecimentos de envase e distribuição, verificando a conformidade com as normas e regulamentações estabelecidas. Além da água mineral, a Portaria MS nº 2914/2011 também estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano em sistemas de abastecimento de água tratada e em soluções alternativas de abastecimento de água, como os chafarizes eletrônicos (ANVISA, 2017).

2.3 LEGISLAÇÃO ATUAL

Atualmente, no Brasil, a avaliação da qualidade de amostras de água mineral de chafarizes eletrônicos é regulamentada pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde.

De acordo com a legislação brasileira, os parâmetros indicadores da qualidade da água são definidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Essa resolução estabelece os parâmetros e padrões de qualidade da água para os corpos hídricos superficiais, como rios, lagos e lagoas, e para as águas subterrâneas.

Entre os parâmetros indicadores da qualidade da água, destacam-se os seguintes:

- pH: indica o grau de acidez ou alcalinidade da água;
- Oxigênio dissolvido: indica a quantidade de oxigênio disponível para os seres vivos aquáticos;
- Turbidez: indica o grau de transparência da água;
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): indica a quantidade de oxigênio consumido por organismos na decomposição da matéria orgânica presente na água;
- Demanda química de oxigênio (DQO): indica a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica e inorgânica presente na água;
- Coliformes totais e fecais: indicam a presença de bactérias que podem causar doenças.

Além disso, a portaria também estabelece os critérios de aceitação para cada um desses parâmetros, bem como as metodologias de análise que devem ser utilizadas para a avaliação da qualidade da água mineral.

É importante ressaltar que a portaria se aplica apenas aos chafarizes eletrônicos que fornecem água mineral natural ou água adicionada de sais, sendo que outras fontes de água, como água tratada ou água de reuso, devem seguir outras regulamentações específicas.

Esses e outros parâmetros são utilizados para avaliar a qualidade da água e verificar se ela está própria para consumo humano, para irrigação, para atividades de lazer e para a manutenção dos ecossistemas aquáticos (CONAMA, 2005).

A análise da qualidade da água é fundamental para garantir a saúde da população e a preservação do meio ambiente. Existem diversas metodologias utilizadas para realizar essa análise, como o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) e os Métodos padrão para o exame de água e águas residuais.

O Manual Prático de Análise de Água da FUNASA apresenta uma metodologia simplificada e de baixo custo para a análise da qualidade da água em áreas rurais e pequenas comunidades. Essa metodologia inclui a análise de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, como temperatura, pH, turbidez, cloro residual livre, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Já os Métodos padrão para o exame de água e águas residuais, elaborado pela *American Public Health Association* (APHA), apresenta uma metodologia mais complexa e precisa para a análise da qualidade da água e do esgoto. Esse manual inclui centenas de procedimentos para a análise de diversos parâmetros, como pH, alcalinidade, dureza, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, nitrogênio, fósforo, coliformes fecais, entre outros.

Ambas as metodologias são importantes e podem ser utilizadas de acordo com a necessidade e disponibilidade de recursos. É importante ressaltar que a escolha da metodologia deve ser feita levando em consideração a legislação e normas vigentes, além de ser realizada por profissionais capacitados e qualificados.

2.4 DESAFIOS NA 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).

Um dos principais desafios na gestão da água potável é garantir o acesso universal à água limpa e segura para todos. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), mais de 2 bilhões de pessoas ainda não têm acesso a água potável e cerca de 4,2 bilhões de pessoas não têm acesso a saneamento básico. Isso pode levar a problemas de saúde, como doenças diarreicas e outras doenças transmitidas pela água (GLEICK, 2020; EPA, 2021).

Outro desafio importante é a poluição da água, causada por atividades humanas como a agricultura, a indústria e a mineração. A poluição pode afetar a qualidade da água, tornando-a imprópria para o consumo humano e prejudicando a vida aquática. A gestão da água deve incluir medidas para prevenir e reduzir a poluição da água (Figura 2), bem como para tratar a água contaminada (GLEICK, 2020; EPA, 2021).

Figura 2 – Poluição das Águas.



Fonte: sitesustentavel.com.br, 2023.

A escassez de água é outro desafio que muitas regiões enfrentam, especialmente em áreas áridas e semiáridas. A gestão da água deve incluir medidas para garantir a disponibilidade

de água suficiente para as necessidades humanas e ambientais, bem como para garantir que a água seja utilizada de forma eficiente e sustentável (UNITED NATIONS, 2015).

A mudança climática é um fator que está aumentando a complexidade da gestão da água. 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 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2021).

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 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 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 (CONSELHO MUNDIAL DA ÁGUA, 2018).

2.5 MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN

Caraúbas está localizada na região Nordeste do Brasil (Figura 3), mais especificamente no estado do Rio Grande do Norte. O município está situado a uma altitude média de 184 metros acima do nível do mar e possui uma área territorial de 1095 km² (IBGE, 2021). Geograficamente, o município de Caraúbas está localizado nas coordenadas 5° 47' 30" S de latitude e 37° 33' 53" W de longitude. Faz divisa com os municípios de Campo Grande, Felipe Guerra, Janduís, Governador Dix-Sept Rosado, Upanema e Olho D'Água do Borges (IBGE, 2021).

Figura 3 – Mapa do estado do Rio Grande do Norte-RN, em destaque o município de Caraúbas.



Fonte: Familysearch.org, 2023.

A região onde se encontra Caraúbas apresenta um clima semiárido, caracterizado por chuvas escassas e concentradas em determinados períodos do ano. A vegetação predominante na região é a caatinga, com árvores de pequeno porte e arbustos adaptados às condições de seca (SILVA et al., 2017). Além disso, a região é cortada por diversos rios e riachos, como o Rio Apodi-Mossoró, que deságua no Oceano Atlântico, e o Riacho do Sítio, que atravessa a cidade de Caraúbas. A presença desses recursos hídricos é fundamental para a sobrevivência da população e para a atividade econômica da região, que é baseada principalmente na agricultura e na pecuária (SILVA et al., 2017).

2.6 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

A importância da água para o abastecimento público é fundamental em todas as regiões do mundo, mas no Nordeste brasileiro essa questão se torna ainda mais crucial, devido ao clima semiárido que predomina na região e à escassez de chuvas. A água é um recurso essencial para a vida humana, sendo utilizada não apenas para o consumo direto, mas também para a produção de alimentos, para a indústria e para a geração de energia.

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 Caraúbas). 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 Caraúbas 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, consequentemente, minimizar os impactos causados pela escassez de água (ANVISA, 2019).

Tendo em vista o que se foi dito recaímos na problemática populacional sobre o abastecimento público. Como os habitantes de Caraúbas 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).

2.7 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 (Figura 4) 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 4 – Chafariz Eletrônico.



Fonte: Jairsampaio.com, 2023.

Uma das principais perspectivas positivas sobre a utilização de chafarizes eletrônicos é que eles podem ajudar a garantir o acesso à água potável para comunidades carentes (GUPTA et al., 2020). Esses chafarizes são projetados para serem acessíveis e fáceis de usar, o que

significa que as pessoas que antes dependiam de fontes de água insalubres agora têm acesso a água limpa e segura. Além disso, os chafarizes eletrônicos geralmente são conectados a uma rede de monitoramento, o que significa que é possível rastrear o uso da água e identificar áreas onde a demanda é maior.

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

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

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

Os chafarizes eletrônicos são equipamentos desenvolvidos para fornecer água potável à população de forma segura e acessível. Esses equipamentos funcionam por meio de sistemas de purificação de água, que retiram impurezas e garantem a qualidade da água que é distribuída.

Essa tecnologia vem sendo cada vez mais utilizada em áreas urbanas e rurais onde o acesso à água potável é limitado ou inexistente. Além disso, os chafarizes eletrônicos podem ser uma solução para a falta de água em regiões afetadas pela seca e escassez hídrica. A instalação desses equipamentos em áreas urbanas podem ser uma opção para diminuir a demanda de abastecimento público e a sobrecarga dos sistemas de distribuição. Em áreas rurais, esses equipamentos podem ser utilizados como fonte de abastecimento para a população e para a produção agrícola.

2.7.1 Funcionamento

Um chafariz eletrônico (figura 4) 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 5), (ABNT NBR 6023, 2018).

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

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

Figura 5 – Esquema de funcionamento simplificado de um Chafariz eletrônico (Visão Interna).



Fonte: EletroSol.com, 2023.

Estes sistemas têm sido utilizados como uma estratégia comercial para empresas que desejam associar sua imagem a ações de responsabilidade social e sustentabilidade, além de promoverem sua marca de forma positiva. A instalação desses equipamentos em locais

públicos, como praças e parques, permite que as empresas tenham uma maior visibilidade e alcance junto à população, associando sua marca a uma ação positiva e de utilidade pública

Além disso, empresas de engenharia e tecnologia que desenvolvem e comercializam os chafarizes eletrônicos têm a oportunidade de atuar em um mercado em ascensão, que busca soluções para a crise hídrica e a escassez de recursos naturais. Essas empresas podem oferecer projetos personalizados e tecnologias inovadoras, além de serviços de manutenção e monitoramento dos equipamentos.

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

2.7.2 Armazenamento da água

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

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

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

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

De acordo com vários autores da área de estudo, existem algumas práticas que devem ser adotadas para garantir um armazenamento adequado da água. Uma das principais práticas é garantir que o reservatório de armazenamento seja construído com materiais de alta qualidade e que sejam resistentes à corrosão, para evitar a contaminação da água por metais ou outros elementos. Também é importante manter o reservatório em boas condições de higiene e limpeza, realizando a limpeza e desinfecção do reservatório regularmente, para prevenir a proliferação de bactérias e outros micro-organismos.

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

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

2.7.3 Sistema de reabastecimento dos chafarizes

O abastecimento de um chafariz eletrônico por meio de caminhões-pipa é uma prática emergencial que visa fornecer água potável em regiões onde não há rede pública de abastecimento de água (PARANÁ, 2004). Nesse processo, os carros-pipa transportam água de diferentes fontes, como poços artesianos, rios e lagos, até o local do chafariz, e realizam o abastecimento por meio de mangueiras conectadas diretamente ao reservatório do chafariz eletrônico (PARANÁ, 2004).

O sistema eletrônico do chafariz pode controlar o processo de abastecimento, medindo o nível de água no reservatório e enviando um sinal para o carro-pipa quando é necessário realizar o reabastecimento (SABESP, s/d). É importante ressaltar que antes do abastecimento, deve-se garantir a qualidade da água transportada por meio de análises e testes para verificar a potabilidade e a ausência de elementos contaminantes (PARANÁ, 2004).

Vale destacar que o ideal é que as comunidades tenham acesso à rede pública de abastecimento de água, garantindo um fornecimento regular e seguro de água potável, e que o abastecimento por caminhões-pipa deve ser utilizado apenas como solução emergencial (SABESP, s/d; PARANÁ, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A área de estudo foi o município de Caraúbas – RN, localizado no estado do Rio Grande do Norte, de mesorregião do oeste potiguar e microrregião da chapada do Apodi, (Figura 3). Município que segundo dados adquiridos pelo censo 2021 do IBGE possui uma área territorial de 1095,803 km², cerca de 20.588 mil habitantes e uma densidade demográfica de 17,88 habitantes/km².

3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES

Para a identificação e caracterização dos chafarizes, foram realizadas visitas aos pontos de venda de água mineral, 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 maio de 2023, no período da manhã, de acordo com as recomendações descritas no Standard Methods (2012) e segundo a metodologia do Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009).

As amostras foram identificadas pelas letras “C” maiúscula (Chafariz), seguido de um número referente e seu proprietário, com um rótulo padrão informando data, hora e numeração da amostra. As amostras de água mineral coletadas foram acondicionadas em garrafas 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.

3.4 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 no laboratório de Solos e Qualidade de Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - 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 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

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).

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

3.4.8 Dureza Total

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

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

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

3.4.9 Turbidez

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

3.4.10 Oxigênio Dissolvido (OD)

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

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.

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

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES, CONDIÇÕES E CUIDADOS PRATICADOS PELOS PROPRIETÁRIOS.

Como mostra a Tabela 1, todos os chafarizes utilizam caixa de PVC com tampa de proteção para o armazenamento de água; todos utilizam também bomba automática como forma de retirar a água. Quanto ao tratamento da água, este não é realizado em nenhum dos chafarizes, o que pode vir a comprometer sua qualidade caso essa água chegue ao estabelecimento com algum tipo de contaminação. Apenas um dos três chafarizes estudados apresentou laudo de qualidade da água e alvará de funcionamento.

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

Características							
Chafariz	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	Sim	Sim	Não
C 2	Caixa PVC	Sim	A	Não	Não	Não	Não
C.3	Caixa PVC	Sim	A	Não	Não	Não	Não

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

Fonte: Autoria própria.

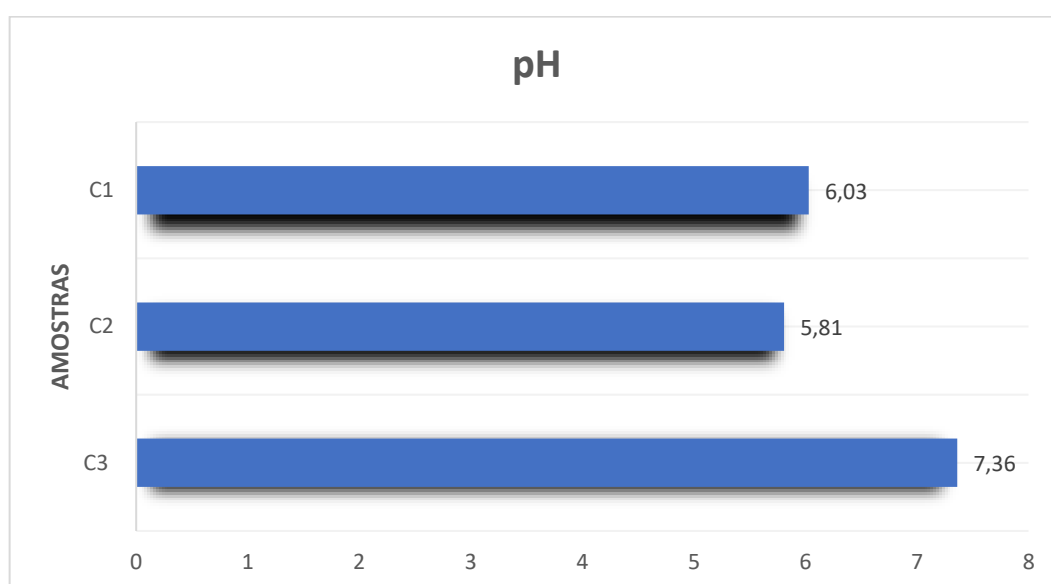
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

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

4.2.1 pH

A água mineral comercializada na região do município de Caraúbas – RN apresentou pH levemente ácido, de acordo com as características das fontes da região; os teores médios de pH das amostras de água dos chafarizes, variaram entre 5,81 e 7,76 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 9,5 como pH adequado para água potável (Gráfico 1)

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



C1 Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

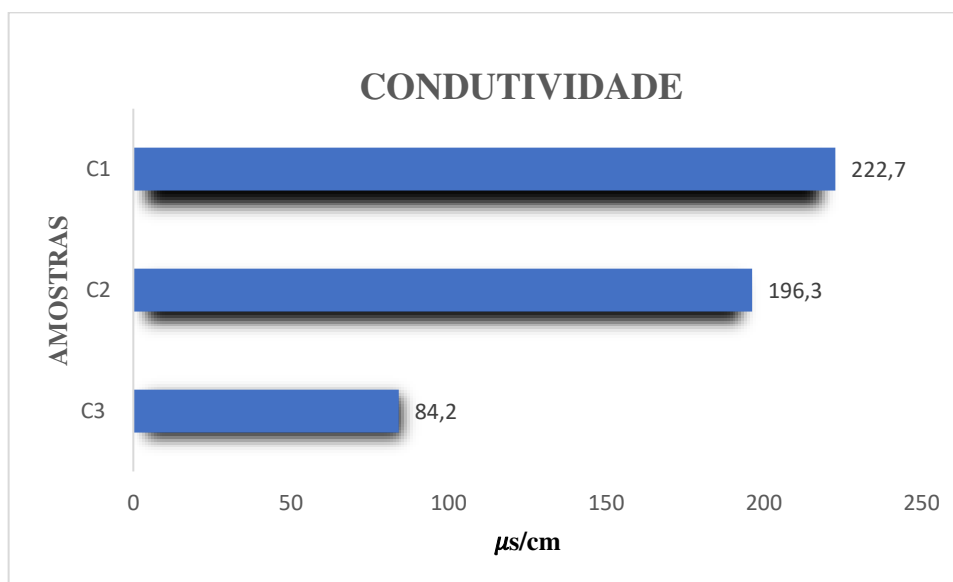
Fonte: Autoria própria.

O parâmetro pH expressa a concentração do íon hidrogênio e a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução (SAWYER et al., 1994; FUNASA, 2004; SPERLING, 2005). O pH é um importante aliado na avaliação da qualidade da água sendo este influenciado por processos biológicos e químicos dentro do corpo da água, esse parâmetro não oferece riscos à saúde, mas deve ser monitorado melhorando os processos de tratamento, preservando as tubulações contra corrosões e auxiliando no controle da desinfecção (SPERLING, 2005). Um pH básico pode indicar a presença de minerais como cálcio e magnésio na água, que podem ser benéficos para a saúde. No entanto, um pH muito alto ou muito baixo pode ser prejudicial à saúde e deve ser monitorado regularmente.

4.2.2 Condutividade elétrica

Os resultados encontrados para condutividade elétrica estão em um intervalo de variação de 84,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 222,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 2).

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



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 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.

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 (CAVALCANTI, 2010).

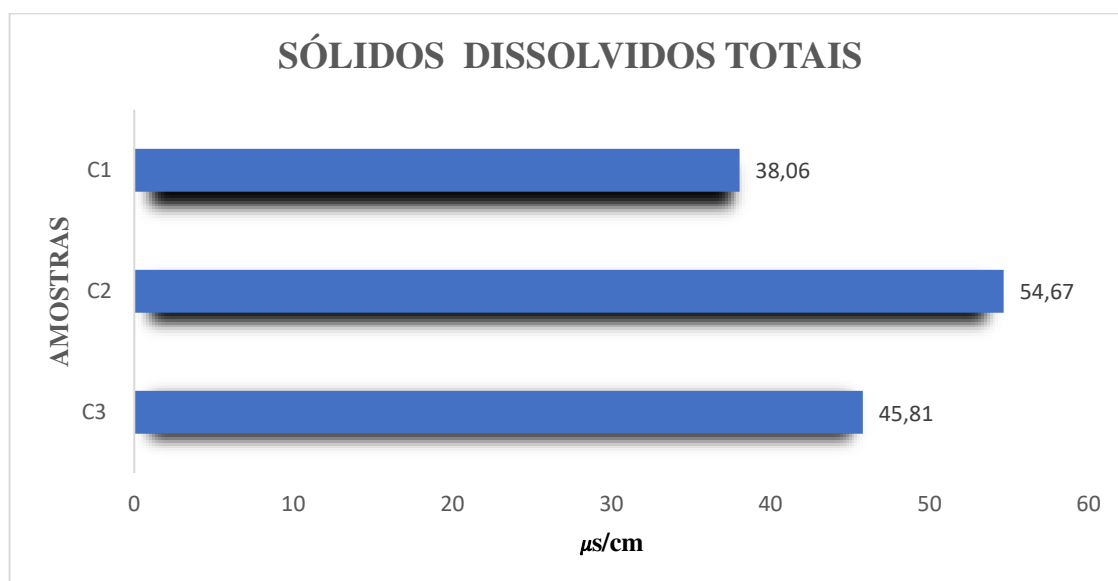
Embora a condutividade elétrica em si não represente um risco direto para a saúde humana, seu valor pode ser usado para estimar a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), que pode representar um problema potencial. O excesso de SDT na água pode torná-la implantável, causar problemas de corrosão nas tubulações e levar ao acúmulo de sais na corrente sanguínea, o que pode resultar na formação de cálculos renais (CASALI, 2008).

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.

4.2.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os valores médios encontrados para SDT estão em um intervalo de variação de 38,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a 54,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 2).

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



C1 Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

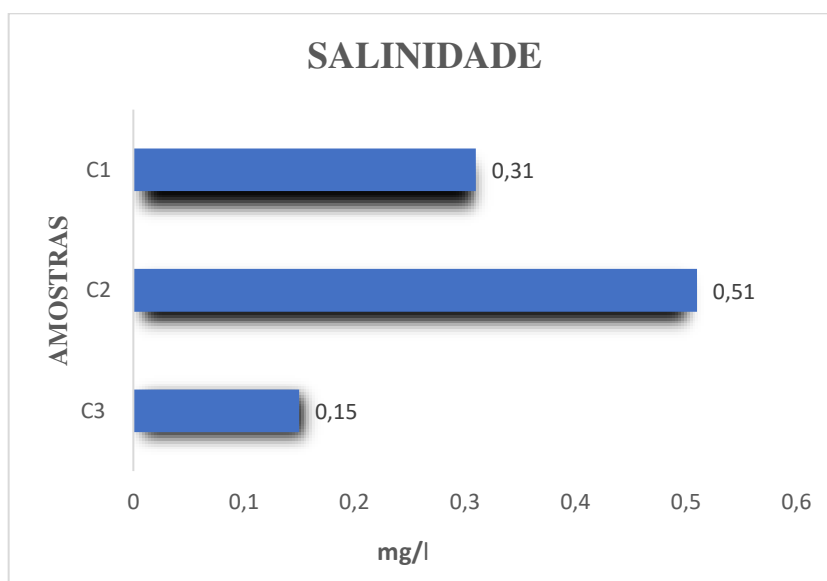
O Ministério da Saúde estabelece que 1000 mg/l de SDT deve ser o limite para águas destinadas a consumo humano. Neste sentido, todas as amostras estão em acordo com a legislação vigente o que as tornam apropriadas ao consumo humano, quanto a este quesito.

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.

4.2.4 Salinidade

Para a salinidade (Gráfico 4), as amostras apresentaram teores que variaram entre 0,15 e 0,51 mg/l.

Gráfico 4- Teores médios de salinidade (mg/l) na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

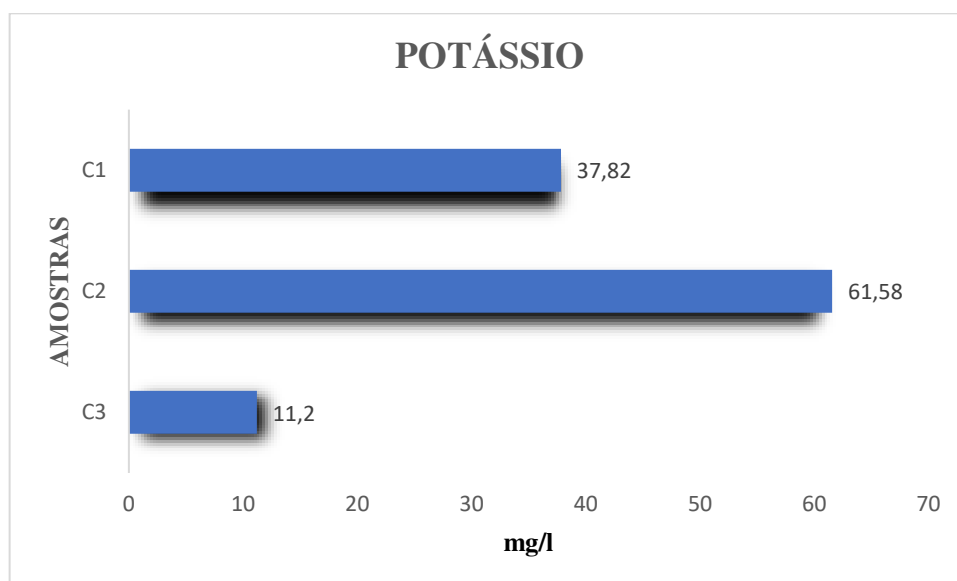
Segundo a resolução CONAMA N° 357/2005, no capítulo I, art. 2º, inciso I, indica que a água doce deve apresentar valor igual ou inferior a 0,50 mg/l, para o consumo humano. Neste sentido, as amostras dos três chafarizes C1, C2 e C3, apresentaram teores de salinidade dentro dos estabelecidos pelo CONAMA.

O chafariz C2 apresentou um valor um pouco mais elevado para salinidade quando comparado aos demais; podendo ser justificado pelo fato desse chafariz ser abastecido por água de poço profundo subterrâneo, onde teores elevados de salinidade são considerados comuns para essa região.

4.2.5 Potássio (K)

Os teores de potássio das amostras de água variaram entre 11,82 a 61,58 mg/l (Gráfico 5).

Gráfico 5- Teores médios de potássio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Caraubas – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

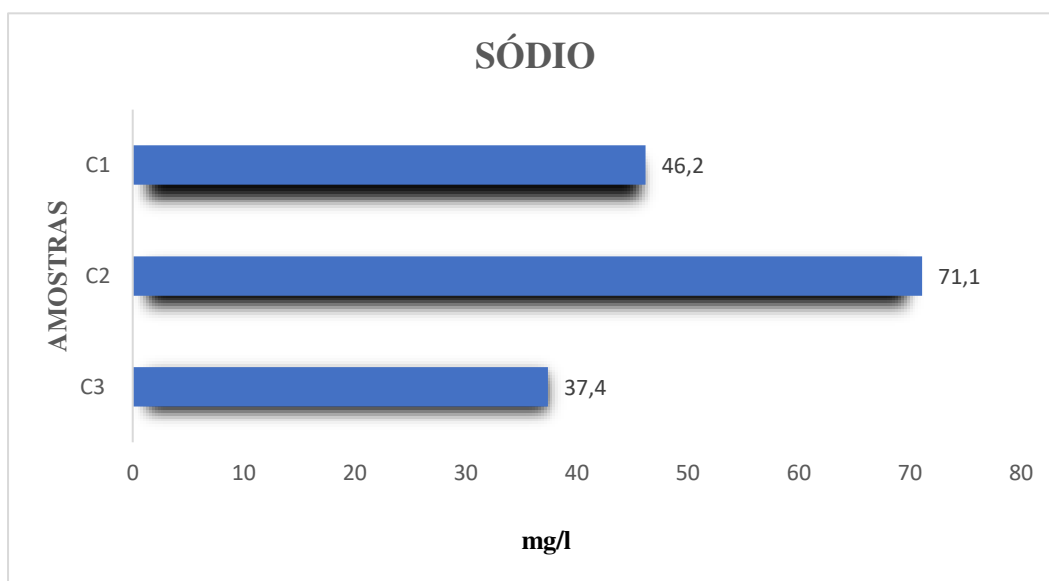
Fonte: Aatoria própria.

O potássio é um elemento importante para o corpo humano e juntamente com o sódio, participam de trocas intracelulares e extracelulares. A Portaria nº 2914/11 do MS não estabelece limites para o potássio em água de abastecimento humano. 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 é um elemento que está em baixas concentrações nas águas naturais, sendo a lixiviação das rochas a sua principal fonte natural. Portanto, a fonte antrópica é uma das suas principais fontes, visto que é um elemento utilizado na indústria e na agricultura (Zuin et al., 2009).

4.2.6 Sódio (Na)

Os valores médios de sódio das amostras de água variaram entre 37,4 e 71,1 mg.L⁻¹ (Gráfico 6).

Gráfico 6- Teores médios de sódio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 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, C2 e C3 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 foi o da amostra C2; 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 considerado 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.

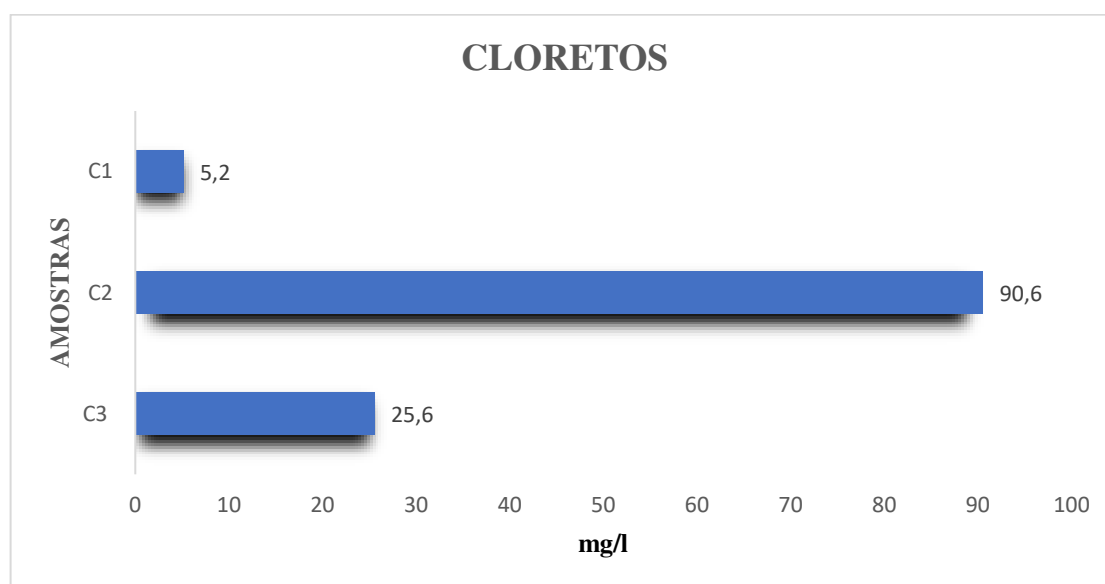
O sódio é um dos elementos encontrado em maior abundância na terra, sendo solúvel em água (Lucas et al., 2014). Segundo a USEPA (2015), o sódio pode entrar nos corpos d'água por fontes naturais ou antrópicas. No primeiro caso pode ser por lixiviação das rochas e no segundo caso por esgotos sanitários, 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.

4.2.7 Cloretos

Quanto as teores de cloreto, as amostras apresentaram um intervalo de variação de 5,2 mg.L⁻¹ a 90,6 mg.L⁻¹ (Gráfico 7).

Gráfico 7- Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

Esses valores se encontram abaixo dos limites estipulados pela legislação vigente, segundo o Ministério da Saúde Portaria nº 2914/11 que determina um teor mínimo de cloreto de 250 mg.L⁻¹. 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.

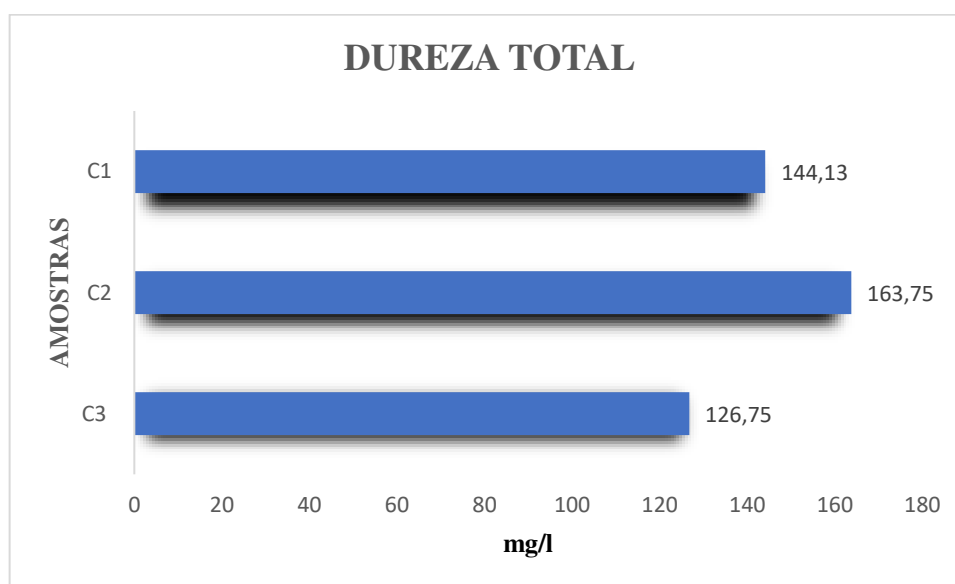
Segundo Amorim e Porto (2001), os teores de cloreto nas águas das chuvas encontram-se entre 0,01 e 0,03 mg.L⁻¹. Esses valores baixos de cloretos em água de chuva ocorrem devido à baixa concentração de constituintes químicos na mesma. Em todas os chafarizes analisados, nenhum proprietário relatou que 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.

4.2.8 Dureza Total

Os valores para CaCO_3 (mg/l) nas amostras estudadas, oscilaram entre 126,75 a 163,75 mg.L^{-1} (Gráfico 8).

Gráfico 8- Valores médios de dureza (mg/l) total na água dos chafarizes do município de Caraúbas – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

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

Neste sentido, as amostras dos chafarizes C1, C2 e C3 demonstraram valores conformes segundo os parâmetros estipulado pela legislação nacional.

A dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions frequentemente associados à dureza são cálcio e magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}), e em menor escala ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}). Segundo a UNEP (2008), a dureza é influenciada pela geologia e por atividades antrópicas. As principais fontes de dureza são a

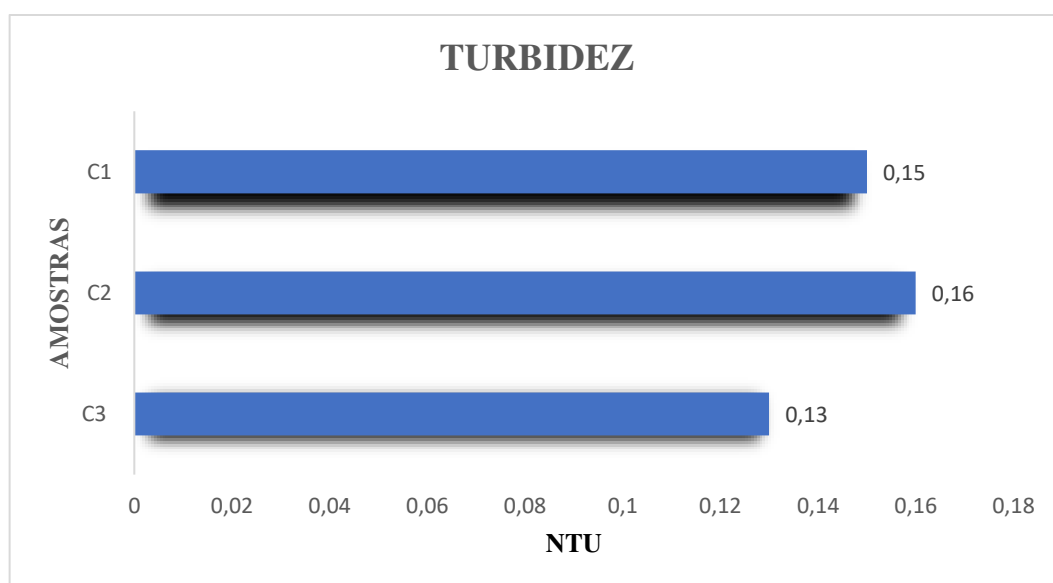
dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, exemplificando, as rochas calcárias e os despejos industriais (Von Sperling, 2007).

Os dados obtidos no presente estudo se mostraram próximos aos relatados por Alii (2005, Esteves (2011), que estabeleceu teores de até 75 mg L^{-1} em seus estudos. De acordo com a legislação (Brasil, 2006), a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água, que tem efeito de reduzir a toxicidade de alguns metais como cobre, zinco, chumbo, etc. (USEPA, 2015).

4.2.9 Turbidez

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 Caraúbas – RN.



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

Fonte: Autoria própria.

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.). A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando, na época das chuvas, as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material

sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

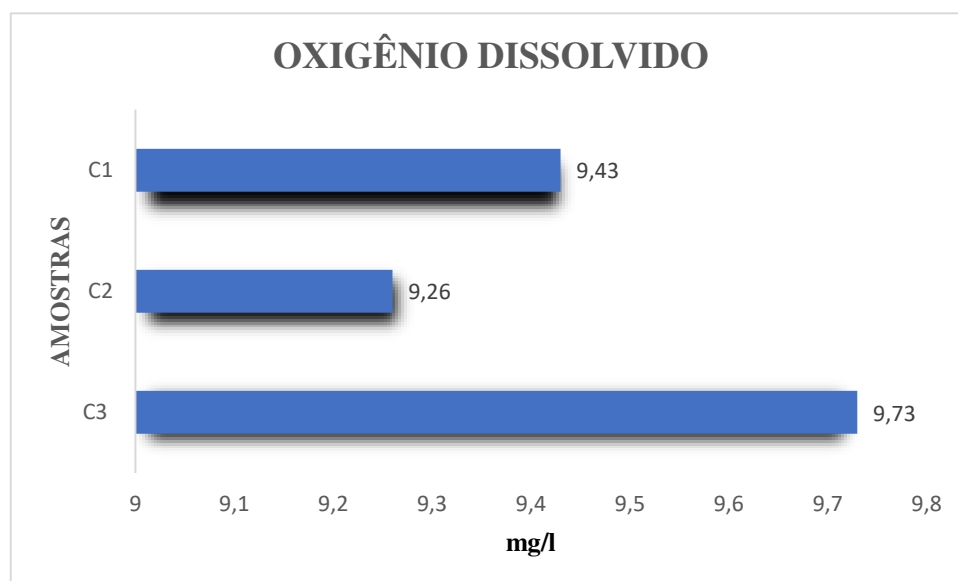
O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (como coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação (CETESB, 2014). Esse aumento também pode ocorrer devido a poluição por esgotos domésticos e outros despejos, como efluentes industriais. Elevados valores para a turbidez reduzem a penetração da luz na água e consequentemente reduzem a fotossíntese dos organismos presentes, estes comprometem o ecossistema aquático, reduzindo a fotossíntese da vegetação aquática (MACÊDO, 2001).

Segundo Tavares (2009), estas variações ocorrem devido origem da água e a manutenção do sistema. Variações significativas neste parâmetro também foram relatadas por Amorim e Porto (2001) associadas à origem da água.

4.2.10 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) para as amostras de água analisadas, encontraram-se entre 9,26 mg L⁻¹ e 9,73 mg L⁻¹ (Gráfico 10). Estes valores se mostraram em conformidade segundo a legislação. A Portaria do Ministério da Saúde não define valor mínimo permitido – (VMP) para esse parâmetro, no entanto a Resolução do CONAMA nº 357 de 2005 estabelece que a quantidade de OD deve ser ≤ 6 para classe especial e classe 1.

Gráfico 10- Teores médios de oxigênio (mg/l) na água dos chafarizes do município de Caráúbas – RN



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 Chafariz.

Fonte: Aatoria própria.

O oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro utilizado para determinar o grau de poluição e de autodepuração de um corpo hídrico (SPERLING, 2005). Segundo Macêdo (2001), o oxigênio dissolvido indica o grau de arejamento da água, sendo definido como um excelente parâmetro para avaliar a qualidade da água, valores baixos indicam excesso de matéria orgânica, estando esse parâmetro associado a condutividade, pH, cor, turbidez e coliformes fecais.

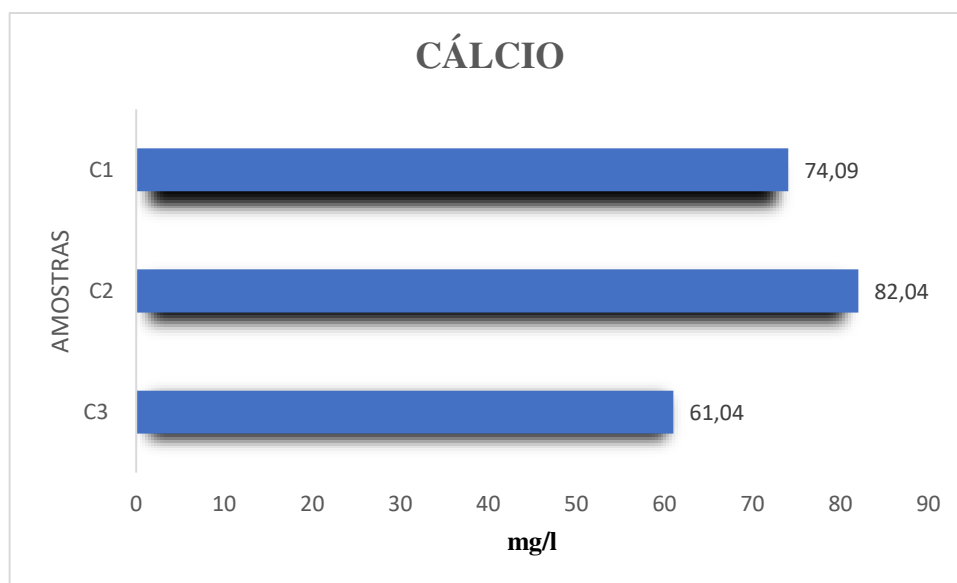
Braga et. al. (2003), afirmam que a concentração de oxigênio dissolvido na água ocorre em função da atividade fotossintética dos organismos autótrofos, presentes nos corpos d'água. Portanto, através da medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados (CETESB, 2014).

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

4.2.11 Cálcio

Os valores de cálcio para as amostras de água analisadas, encontraram-se entre 61,04 e 82,51 (Gráfico 11).

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



C1 – Chafariz; C2 Chafariz; C3 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.

4.3 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 Caraúbas, RN.

Análises	C1	C2	C3	Média	Legislação (VMP)
pH	6,03b	*5,81c	7,36a	6,4	6 a 9
CE (µS/cm)	196,3b	84,2c	222,7a	167,7	--
Salinidade (mg/l)	0,31b	0,51a	0,15c	0,32	0,50
Potássio K ⁺ (mg/l)	37,82b	61,58a	11,2c	36,86	10
Na ⁺ (mg/l)	46,2b	71,1a	37,4c	51,56	200
Cloretos Cl ⁻ (mg/l)	*55,2b	*90,6a	*25,2c	57	>250
Dureza total CaCO ₃ (mg/l)	144,13b	163,75a	126,75c	144,87	500
Turbidez (NTU)	0,15a	0,16a	0,13a	0,14	5
SDT	38,06c	54,67a	45,81b	45,51	1000
OD (mg/l)	9,43b	9,26c	9,73a	9,47	--
Cálcio (mg/l)	74,09b	82,04a	61,04c	72,39	--

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, 2023.

5. CONCLUSÃO

As amostras de água mineral dos chafarizes do município de Caraúbas – RN, estão em conformidade com os padrões exigidos pela legislação vigente, para todas as características físico-químicas avaliadas, com exceção dos teores os teores de pH, potássio e cloretos encontrados estavam não conformes aos limites estabelecido pela legislação, Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005, Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, em todas as amostras de água mineral analisadas.

Devido à grande importância para eliminação e controle de microorganismos, recomenda-se a adoção de um monitoramento constante dos chafarizes como forma de garantir a qualidade da água mineral comercializada e a preservação da saúde dos seus consumidores.

6. REFERÊNCIAS

- ABINAM. **Consumo de água mineral cresce 12,5% no Brasil**. Disponível em: <https://abinam.com.br/noticias/consumo-de-agua-mineral-cresce-125-no-brasil/>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- ALBANO, R. C.; SILVA, L. L. da; CASTRO, F. B. G. de. **Análise de Indicadores Microbiológicos em Amostras de Água Mineral Natural**. Cadernos das Escolas de Saúde, v.1, n.9, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3514/1/Cad.%20Esc.%20Sa%C3%BAde%20v.1%2C%20n.9%2C%20Art.%203.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- ALVES, W. S. dos.; ANDRADE, R. D. A.; COSTA, L. M.; BELISÁRIO, C. M.; CEREIJO, T. L.; PORFIRO, C. A. **Avaliação da qualidade da água por meio de análises físico-químicas**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IFGOIANO, 1., 2016, Goiânia. Anais... Goiânia: I Congresso de Pesquisa e Pós. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/crp/1congresso/paper/view/4874>. Acesso em: 28 mar. 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: 28 mar. 2023.
- ANVISA. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/normas-regulatorias/portarias/2017/>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15538: **Medidores de água potável - Ensaio para avaliação de eficiência**. Brasília, 2014. 15 p. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=312791>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12° ed. Washington: AOAC, 1997, 1015p. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.
- BAPTISTA, G. M. de S.; CAMPOS, J. C. de A. **O semiárido tem jeito: convivência com o semiárido brasileiro**. Campina Grande: Edições UFCG, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Anvisa-MS nº 275, de 21 de outubro de 2002. Diário Oficial da União. Brasília, 23 out. 2003. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Semiárido brasileiro**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energias. **Departamento Nacional de Produção Mineral**. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 125, de 3 de janeiro de 2007**. Dispõe sobre a política de desenvolvimento regional do Nordeste. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp125.htm. Acesso em: 07 abr. 2023.

CAVALCANTI, J. E. W. Qualidade da água. In: TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Org.). **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Paulo: Manole, 2010. Cap. 6, p. 111-132. Acesso em: 13 de maio de 2023.

CASALI, S. P. **Caracterização das águas subterrâneas do município de Vinhedo (SP) e avaliação da correlação entre a qualidade da água e a ocorrência de cáries dentárias**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21135/tde-02062008-104040/>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

Chowdhury, R., Sultana, S., & Ahmed, S. (2019). **Uma avaliação da fonte eletrônica: uma tecnologia sustentável de fornecimento de água potável**. Disponível em: Journal of Environmental Chemical Engineering, 7(5), 103258. Acesso em: 13 de maio de 2023.

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

CONAMA. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 13 de maio de 2023.

CUNHA, Euclides da. **Os Sertões**. Edição crítica de Walnice Nogueira Galvão. S. Paulo, 2. ed., Ática, 2000. Disponível em: <https://www.fflch.usp.br/sites/fflch.usp.br/files/2017-11/Euclides%20da%20Cunha%20-%20Os%20Sertoos.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

Decreto-Lei nº 7841, de 8 de agosto 1945. **Código de Águas Minerais**. 1945. Disponível em: <http://www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&ID%20Página=84&IDLegislacao=3>>. Acesso em: 24 de março de 2023.

FARIAS, T. M. et al. **Diagnóstico do manejo dos recursos hídricos em áreas rurais no semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 26, n. 2, p. 1-12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.262220200004>. Acesso em: 19 de fevereiro de 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: 19 de fevereiro de 2023.

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

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: 07 abr. 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: 19 de fevereiro de 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: 07 abr. 2023.

INSA. **Atlas do Semiárido Brasileiro. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt.br>. Acesso em: 19 de fevereiro de 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: 07 abr. 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: 13 de maio de 2023.

LOPES, V. S. M. **Avaliação Preliminar por BTEX, em água subterrânea de poços tubulares no município de Natal/RN**. Dissertação de mestrado Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia. Natal/Rio Grande do Norte, 2015. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.

MACEDO, Manuel Claudio M. et al. **Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação**. 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95462/1/Degradacao-pastagens-alternativas-recuperacao-M-Macedo-Scot.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

MACHADO, P. H. O. et al. **Acesso a recursos eletroenergéticos e hídricos e sua relação com a pobreza na região semiárida do Nordeste brasileiro**. In: Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2020. Disponível em: http://www.abrh.org.br/SGCv3/User-Files/Sumarios/13f6d30f6d07ca74af69a5c0772235da_b02cb3e261d7bd88d2ef68c7d55db78f.pdf. Acesso em: 07 abr. 2023.

McKinsey & Company. (2019). **Maapeando 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.ashxAcesso em: 07 abr. 2023.

Mukherjee, S., Tarafdar, A., Saha, I., & Paul, R. K. (2020). **Sistema de gerenciamento inteligente de água potável baseado em IoT usando fonte eletrônica**. *Procedia Computer Science*, 167, 2495-2504. Acesso em: 13 de Maio de 2023. Acesso em: 13 de Maio de 2023.

MOURA, F. A. de et al. **Semiárido brasileiro: múltiplos olhares e abordagens**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 5, p. 1839-1859, 2020. Acesso em: 13 de Maio de 2023.

MONITOR DAS SECAS. **Boletim de Monitoramento do Nordeste brasileiro**. Março de 2023. Disponível em: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 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: 13 de maio de 2023.

OMS. (2019). **Poluição da água: uma ameaça mortal para a saúde global**. Genebra: Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/water-quality-and-health>. Acesso em: 30 de Março de 2023.

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 Março de 2023.

OMS. **Qualidade da água e saúde**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/water-quality-and-health>. Acesso em: 07 de abril de 2023.

OMURA, T., KINOSHITA, R., SHINOHARA, K., & KAMEYAMA, Y. (2017). **Quiosque de Água Eletrônico: Uma Solução para Fornecer Água Potável Segura em Áreas Rurais**. *Procedia Engineering*, 186, 429-434. Acesso em: 07 de abril de 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Sanitária. **Água para consumo humano: abastecimento por carro-pipa**. Curitiba, 2004. Disponível em: http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/01CENTRAL_DE_CONTEUDO/03NOTAS_TECNICAS/02Alimentos/NOTA_TECNICA_03_2004_ABASTECIMENTO_POR_CARRO_PIPA.pdf. Acesso em: 13 maio 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: 07 de abril de 2023.

SCHISTEK H, A **Construção de Cisternas de Tela e Arame, Paulo Afonso - BA**, 1998. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD4_SA5_ID2129_23102017214033.pdf Acesso em: 07 de abril de 2023.

SCOTT, C. A., LARA-VALLE, P., TORRES-FIGUEROA, H., & PEÑA-HARO, S. (2018). **Quiosques Eletrônicos de Água para o Abastecimento de Água em Áreas Rurais: Uma Opção Sustentável para o Acesso Universal à Água Potável**. *Sustentabilidade*, 10(7), 2399. Acesso em: 07 de abril de 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: 30 de março de 2023.

SUDENE; ANA - **Agência Nacional de Águas. Semiárido brasileiro**. 2021. Disponível em: <https://www.sudene.gov.br/index.php/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 07 de abril de 2023.

UNESCO. (2021). **Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento da Água das Nações Unidas 2021: Valorizando a Água**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Acesso em: 30 de março de 2023.

UNICEF. (2018). **Água potável em emergências: Considerações importantes para uma resposta eficaz**. Nova York: Fundação das Nações Unidas para a Infância. Acesso em: 30 de março de 2023.