



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

CARLOS ERNANE BEZERRA MORAIS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES NO MUNICÍPIO DE PATU-RN**

CARAÚBAS - RN

Outubro – 2023

CARLOS ERNANE BEZERRA MORAIS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES NO MUNICÍPIO DE PATU-RN**

*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

Outubro – 2023

CARLOS ERNANE BEZERRA MORAIS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES NO MUNICÍPIO DE PATU-RN**

*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: 13 /10 /2023.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Msc. José Aldenor de Sousa UFERSA – Mossoró
Segundo Membro

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

MM828 Morais, Carlos Ernane Bezerra Morais.
c CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA MINERAL
 COMERCIALIZADA EM CHAFARIZES NO MUNICÍPIO DE PATU-
 RN / Carlos Ernane Bezerra Morais Morais. - 2023.
 59 f. : il.

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

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

Toda minha família, em especialmente aos meus pais, Maria Elisângela Nazário Bezerra e Pedro Neto de Moraes, que sempre deram o melhor de si para que eu mim tornasse o homem que sou hoje e agradeço a eles demais por sempre acreditar em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ser a minha força diária, não permitir que eu fraquejasse diante das dificuldades encontradas ao longo desta caminhada e me mostrar que tudo acontece no tempo dele e por me abençoar, não só a mim e sim toda minha família.

Aos meus pais, Maria Elisângela Nazário Bezerra e Pedro Neto de Moraes, agradeço por todo sacrifício e apoio, por nunca medirem esforços em me ajudar a chegar até aqui. Não tenho dúvidas que vocês foram e são fundamentais em minha vida e que esta conquista não seria possível sem vocês caminhando ao meu lado e dedico essa conquista a vocês;

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 da minha cidade e da universidade, que de alguma forma contribuíram para a minha formação e conhecimento acadêmico e sempre incentivando.

Agradeço a todos os meus avós, tios e tias, que de alguma forma contribuíram para a minha formação e conhecimento acadêmico e sempre incentivando.

“Acredite na força dos seus sonhos, Deus é justo e não colocaria em seu coração um desejo impossível de ser realizado.”
(Thalles Roberto)

RESUMO

A água mineral natural está se tornando cada vez mais comum na vida cotidiana das pessoas devido à crescente preocupação com a saúde e o incentivo do consumo de produtos naturais. Para ser disponibilizada aos consumidores, a água deve possuir uma qualidade que assegure a inexistência de qualquer risco para a saúde. Consequentemente, a procura por água mineral tem elevado um alto um crescimento para obter esse recurso de imensa importância na vida do ser humano, levando ao surgimento de fontes de água potável em diversas cidades do Rio Grande do Norte, com o propósito de disponibilizar água de alta qualidade diretamente aos lares das pessoas com uns preços mais acessíveis. No entanto, à medida que o consumo de água mineral aumenta, em muitos casos, as empresas responsáveis pela produção e distribuição negligenciam os padrões de qualidade estipulados pela legislação. O propósito deste estudo consistiu em examinar a qualidade da água proveniente de chafarizes, uma nova forma de fornecimento de água destinada ao consumo humano no município de Patu-RN. Foram realizadas análises em três chafarizes eletrônicos privados, as amostras foram encaminhadas aos laboratórios de química da UFERSA - Caraúbas e de solos da UFERSA - Mossoró, onde passaram por análises em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela ANVISA, bem como os critérios definidos pela legislação e pelo Código de Proteção e Defesa do Consumidor, com foco nos parâmetros físico-químicos que têm impacto na qualidade da água. Para a análise físico-química, foram determinados os seguintes valores: pH, condutividade elétrica, temperatura, sólidos dissolvidos totais, cloretos, dureza total, oxigênio dissolvido, turbidez, potássio, sódio e salinidade. Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a análise físico-química da qualidade das amostras de água mineral provenientes dos chafarizes em Patu-RN atende aos padrões estabelecidos pela legislação, 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. Isso indica que a qualidade da água é satisfatória para consumo humano.

Palavras-chave: Água mineral, Chafarizes, Qualidade da água.

ABSTRACT

Mineral natural water is becoming increasingly common in people's daily lives due to a growing concern for health and the promotion of natural products. To be made available to consumers, water must possess a quality that ensures the absence of any health risks. Consequently, the demand for mineral water has experienced significant growth in the quest for this essential resource in human life, leading to the emergence of sources of potable water in various cities in Rio Grande do Norte with the aim of providing high-quality water directly to people's homes at more affordable prices. However, as the consumption of mineral water increases, in many cases, the companies responsible for production and distribution neglect the quality standards stipulated by legislation. The purpose of this study was to examine the quality of water from fountains, a new method of providing water for human consumption in the municipality of Patu-RN. Analyses were conducted on three private electronic fountains, and the samples were sent to the chemistry and soil laboratories at UFERSA - Caraúbas and UFERSA - Mossoró, where they underwent analysis in accordance with the guidelines established by ANVISA, as well as the criteria defined by legislation and the Consumer Protection Code. The focus was on the physicochemical parameters that impact water quality. For the physicochemical analysis, the following values were determined: pH, electrical conductivity, temperature, total dissolved solids, chlorides, total hardness, dissolved oxygen, turbidity, potassium, sodium, and salinity. Based on the results obtained, we can conclude that the physicochemical analysis of the quality of mineral water samples from the fountains in Patu-RN meets the standards established by legislation, including the Ministry of Health Ordinance No. 2914 of 2011, CONAMA Resolution No. 357 of 03/17/2005, CONAMA Resolution No. 396 of 2008, and Ministry of Health Consolidation Ordinance No. 5/2017. This indicates that the water quality is satisfactory for human consumption.

Keywords: Mineral water, Fountains, Water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação do semiárido brasileiro 2022.-----	20
Figura 2 – Mapa do estado do Rio Grande do Norte – RN, em destaque o município de Patu. -----	21
Figura 3 – Falta de Saneamento Básico. -----	26
Figura 4 – Tipos de aquíferos e poços.-----	29
Figura 5A – Chafariz eletrônico de água mineral.-----	31
Figura 5B – Abastecimento do chafariz eletrônico com caminhão pipa. -----	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos chafarizes do município de Patu-RN.....	37
Tabela 2 – Resultados dos parâmetros físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de Patu-RN.	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Teores médios de pH na água dos chafarizes do município de Patu – RN.....	39
Gráfico 2 - Teores médios de condutividade elétrica na água dos chafarizes do município de Patu – RN.	40
Gráfico 3 - Teores médios de sólidos dissolvidos totais na água dos chafarizes do município de Patu – RN	42
Gráfico 4 - Teores médios de salinidade na água dos chafarizes do município de Patu – RN	43
Gráfico 5 - Teores médios de potássio na água dos chafarizes do município de Patu – RN...	44
Gráfico 6 - Teores médios de sódio na água dos chafarizes do município de Patu – RN.	45
Gráfico 7 - Teores médios de cloretos na água dos chafarizes do município de Patu – RN ...	46
Gráfico 8 - Valores médios de dureza total na água dos chafarizes do município de Patu – RN	48
Gráfico 9 - Valores médios de turbidez total na água dos chafarizes do município de Patu – RN.....	49
Gráfico 10 - Valores médios da temperatura (°C) da água dos chafarizes do município de Patu – RN.....	50
Gráfico 11 - Teores médios de cálcio na água dos chafarizes do município de Patu – RN.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APHA	American Public Health Association
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância sanitária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
ONU	Organização das Nações Unidas
OMS	Organização Mundial de Saúde
PRT MS/GM	Portaria do Ministério da Saúde/ Gabinete do Ministro
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVO GERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	19
2.2 MUNÍCIPIO DE PATU-RN.....	21
2.2.1 Economia:	21
2.2.2 Turismo:	22
2.2.3 Educação:.....	22
2.2.4 Cultura:.....	22
2.2.5 Infraestrutura:.....	22
2.3 POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS BRASILEIRAS	23
2.4 QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL	23
2.5 LEGISLAÇÃO ATUAL.....	24
2.6 DESAFIOS DO ACESSO À ÁGUA POTÁVEL	25
2.7 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO.....	27
2.7.1 MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA	28
2.8 CHAFARIZ ELETRÔNICO.....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 LOCAL DA PESQUISA.....	33
3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES	33
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	33
3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	34
3.4.1 pH	34
3.4.2 Condutividade Elétrica.....	34
3.4.3 Sólidos Dissolvidos Totais	34
3.4.4 Salinidade.....	34
3.4.5 Potássio.....	35
3.4.6 Sódio	35
3.4.7 Cloretos	35
3.4.8 Dureza Total.....	35

3.4.9 Turbidez	35
3.4.10 Temperatura.....	36
3.4.11 Cálcio.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 QUALIDADECARACTERIZAÇÃO DOS CHAFARIZES, CONDIÇÕES E CUIDADOS PRATICADOS PELOS PROPRIETÁRIOS.....	37
4.2 COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA MINERAL E INVESTIGAÇÃO DE QUALIDADE.....	37
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	38
4.3.1 pH	38
4.3.2 Condutividade elétrica.....	40
4.3.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	41
4.3.4 Salinidade.....	43
4.3.6 Sódio (Na).....	45
4.3.7 Cloretos	46
4.3.8 Dureza Total.....	47
4.3.9 Turbidez	49
4.3.10 Temperatura.....	50
4.3.11 Cálcio.....	51
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	53
5. Conclusão.....	54
6. REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as diretrizes da ANVISA (2022), água mineral natural é aquela que é adquirida diretamente de fontes naturais ou retirada de lençóis subterrâneos. Ela se distingue por conter níveis específicos e consistentes de sais minerais, oligoelementos e outros componentes, levando em consideração as variações naturais que podem ocorrer (ANVISA, 2022).

A água desempenha um papel vital na sustentação da vida de seres humanos, animais e plantas. Ela é essencial para satisfazer a sede, para o preparo de alimentos e para a higiene pessoal, incluindo atividades como tomar banho, escovar os dentes e lavar as mãos. Portanto, a água destinada ao consumo humano deve apresentar certas características fundamentais tanto do ponto de vista físico-químico quanto microbiológico (JARENKOW, et al. 2022).

É crucial que governos, empresas e sociedade civil trabalhem juntos para garantir o acesso universal à água potável e segura e promover a conservação e a sustentabilidade dos recursos hídricos, por meio de medidas como proteção de fontes de água, uso racional e eficiente, investimento em tecnologias de tratamento e reutilização, entre outras ações (UNITED NATIONS, 2019).

No Brasil, a utilização de águas subterrâneas é uma prática comum e importante para o abastecimento de água potável em diversas regiões do país. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 55% da água consumida no Brasil é proveniente de aquíferos subterrâneos (ANA, 2022).

A exploração de águas subterrâneas é regulamentada pela Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997) e pela Resolução Conama nº 396/2008, que estabelecem critérios para o uso sustentável desses recursos hídricos, visando garantir a disponibilidade e qualidade das águas subterrâneas para as gerações presentes e futuras (OLIVEIRA, 2019).

No entanto, a utilização inadequada e descontrolada das águas subterrâneas pode levar à sua contaminação e à diminuição da disponibilidade desses recursos. Por isso, é importante que a exploração dessas águas seja realizada de forma consciente e sustentável, com o monitoramento constante da qualidade e quantidade de água retirada dos aquíferos (ANA, 2022).

A região Nordeste do Brasil enfrenta desafios históricos relacionados à falta de água e à fome, especialmente durante os períodos de estiagem que são frequentes no clima semiárido da região. Esses problemas são agravados pela distribuição irregular das chuvas ao longo do

ano, que muitas vezes são insuficientes para atender às necessidades da população e da atividade agrícola (SILVA et al., 2021).

De acordo com o relatório "Água no Nordeste: Desafios e Soluções" produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA), a região Nordeste do Brasil tem a menor disponibilidade per capita de água do país, o que significa que cada pessoa tem menos acesso a água potável do que em outras regiões do país (ANA, 2020). Além disso, a região apresenta uma grande dependência de água subterrânea, que muitas vezes não é suficiente para atender a demanda.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional, a região Nordeste concentra 72% dos municípios brasileiros em emergência ou estado de calamidade pública devido à estiagem (MDR, 2021). Para enfrentar essa realidade, são necessárias políticas públicas que promovam o acesso à água para consumo humano, produção agrícola e atividades econômicas, como a construção de sistemas de abastecimento, a perfuração de poços, a dessalinização da água do mar e a gestão integrada dos recursos hídricos (BRASIL, 2021).

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 comercializada em chafarizes do município de Patu – Rio Grande do Norte.

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;
- Identificar possíveis fontes de contaminação que possam comprometer a qualidade da água comercializada em chafarizes do município de Patu;
- Sugerir medidas que possam trazer melhorias a qualidade da água mineral comercializada em chafarizes do município de Patu – Rio Grande do Norte;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O crescimento populacional desenfreado e a expansão desordenada do uso do solo estão exacerbando a limitação na disponibilidade de água para uma variedade de usos (VIALLE et al., 2011). Essa situação se torna ainda mais preocupante em áreas secas, onde a escassez de água é uma característica natural. No contexto do semiárido brasileiro, a aridez e a variação irregular das chuvas ao longo do tempo e do espaço têm incentivado a implementação de sistemas de construção de reservatórios para a captação e armazenamento de águas superficiais (FERREIRA, 2015).

Segundo uma pesquisa divulgada pela Agência Nacional de Águas (ANA), a região semiárida do Brasil enfrenta uma carência hídrica significativa, estimada em cerca de 20 bilhões de metros cúbicos anualmente. Esse déficit representa aproximadamente 15% do suprimento total disponível no país. Além desse desafio, é importante destacar que a maioria dos aquíferos na região apresenta baixa produtividade, o que torna mais complexa a obtenção de água para o consumo humano e para as atividades produtivas (ANA, 2021).

A ausência de infraestrutura de abastecimento de água em diversas comunidades do semiárido exacerba essa situação, levando muitos indivíduos a recorrer a fontes de água não seguras e a armazenar água sob condições precárias (DIÓGENES, 2023). Conforme informações fornecidas pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, aproximadamente 27% das residências localizadas na região semiárida não possuem acesso a água potável. Essa situação leva muitos moradores a dependerem de serviços de abastecimento por meio de caminhões-pipa (MDR, 2022).

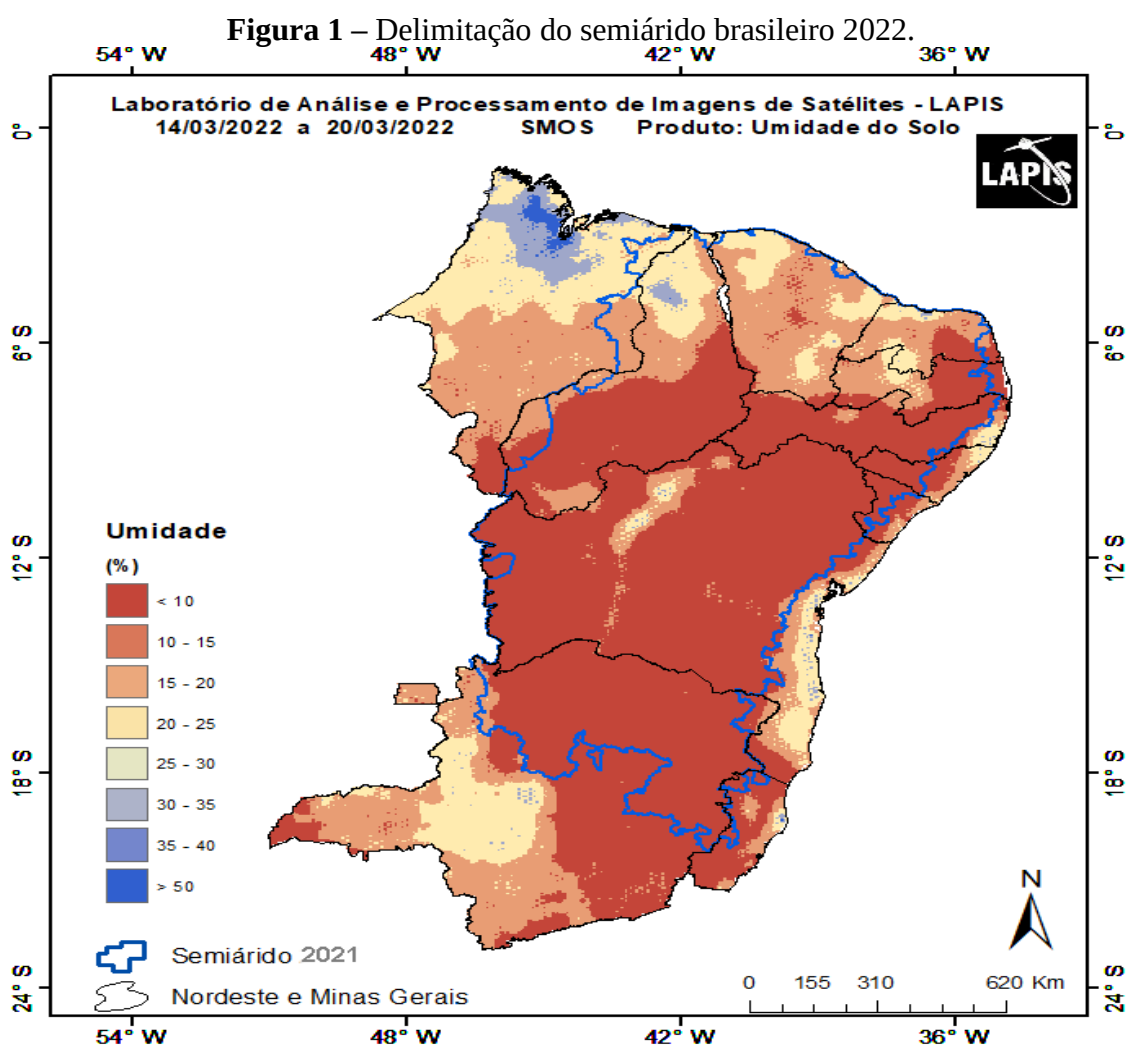
A crise hídrica na região semiárida brasileira acarreta implicações diretas sobre a economia, saúde e qualidade de vida das comunidades locais. A carência de água potável impacta diretamente a produção agrícola e pecuária, fundamentais para a subsistência e para a economia da área. Adicionalmente, a escassez hídrica pode induzir a uma redução na disponibilidade de alimentos e contribuir para um aumento nos preços desses produtos, impactando especialmente os segmentos mais vulneráveis da população (DIÓGENES, 2023).

De acordo com Gasparini (2020), a escassez de água potável exerce impacto significativo na saúde das populações. O consumo de água contaminada pode resultar em doenças graves, incluindo leptospirose, cólera e hepatite A, as quais são responsáveis por um número considerável de óbitos na região. Adicionalmente, a carência de água também prejudica

as práticas de higiene pessoal e doméstica, aumentando o risco de enfermidades infecciosas (GASPARINI, 2020).

A região semiárida do Brasil está passando por uma redefinição de delimitação como mostra a figura 1 abaixo, que mantém a sua configuração atual e engloba mais 54 municípios, distribuídos em três estados. Essa expansão resultou na inclusão de um total de 215 novos municípios na região, elevando o número total de localidades para 1.427 (LAPIS, 2022).

A nova demarcação é embasada em critérios técnicos e científicos que consideram três fatores principais: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50, e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (LAPIS, 2022).



2.2 MUNÍCIPIO DE PATU-RN

Patu é um município do estado do Rio Grande do Norte, localizado na região Oeste do estado, a aproximadamente 300 km da capital Natal. Fundado em 1928, Patu tem uma área territorial de 437,601 km² e, de acordo com o último censo do IBGE realizado em 2021, possui uma população estimada de 11.835 habitantes. Logo na figura 2 abaixo está situado município de Patu-RN no mapa brasileiro (IBGE, 2021).

Figura 2: Mapa do estado do Rio Grande do Norte – RN, em destaque o município de Patu.



Fonte: Google, 2023.

2.2.1 Economia:

A economia de Patu é baseada principalmente na agropecuária, com destaque para o cultivo de feijão, milho, algodão e mandioca, além da criação de bovinos e ovinos. De acordo com dados do IBGE, em 2018, a agropecuária correspondia a 45,4% do PIB municipal. Além disso, o município também possui um pequeno comércio local e algumas indústrias.

2.2.2 Turismo:

Patu é conhecido por suas belezas naturais, com destaque a serra do Lima, que atraem turistas durante todo o ano. O pico do Cabugi, um vulcão extinto que fica no limite entre os municípios de Patu e Angicos, também é um importante ponto turístico da região. Em 2019, o turismo correspondia a 0,7% do PIB municipal, de acordo com dados do IBGE.

2.2.3 Educação:

Patu possui algumas escolas de ensino fundamental e médio, além de uma Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), que oferece cursos superiores. De acordo com dados do Censo Escolar de 2021, o município possui 10 escolas públicas de ensino fundamental e 2 escolas públicas de ensino médio.

2.2.4 Cultura:

Patu tem uma rica cultura popular, com destaque para as festas juninas e a música regional, que mistura influências indígenas, africanas e europeias. O município também é conhecido pela produção de artesanato em barro, madeira e tecido. Todos os anos, acontece a Festa de São João Batista, padroeiro da cidade, que conta com a participação de grupos de quadrilha, shows musicais e comidas típicas.

2.2.5 Infraestrutura:

Patu possui um pequeno aeroporto para aviação de pequeno porte, além de contar com um sistema de saúde básico, com uma Unidade Básica de Saúde (UBS) e um Centro de Atenção Psicossocial (CAPS). O município também possui algumas agências bancárias e estabelecimentos comerciais.

2.3 POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS BRASILEIRAS

No Brasil, as políticas governamentais referentes à qualidade da água mineral e aos centros de distribuição são definidas por meio de um conjunto de leis e normas. O propósito dessas regulamentações é garantir a segurança e excelência da água que a população consome. A legislação nacional estabelece critérios de qualidade para a água destinada ao uso humano, independentemente de sua proveniência, seja de sistemas de abastecimento públicos ou privados (BRASIL, 2021).

Um marco fundamental é a Lei Federal nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa política tem como meta a gestão integral e colaborativa dos recursos hídricos, assegurando que haja água em quantidade e qualidade adequadas para diversas finalidades. Essa lei enfatiza a descentralização na gestão dos recursos hídricos, envolvendo tanto a sociedade como os níveis federal, estadual e municipal (MMB, 2021).

Nesse contexto, a Lei nº 9.984/2000 deu origem à Agência Nacional de Águas (ANA), cuja responsabilidade é aplicar a Política Nacional de Recursos Hídricos e regular os serviços públicos de saneamento básico em todo o território brasileiro. A ANA concentra seus esforços na promoção de uma gestão abrangente dos recursos hídricos, incluindo a supervisão da qualidade da água destinada para o consumo humano.

2.4 QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL

A água mineral no Brasil é categorizada como um produto alimentício e sua comercialização é sujeita à regulamentação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o órgão responsável pela supervisão e normatização desse setor. Através da Portaria MS nº 2914/2011, são estabelecidos os protocolos de monitoramento e fiscalização da qualidade da água destinada ao consumo humano, bem como são definidos os padrões de potabilidade que devem ser observados. Nessa regulamentação, são delimitados os critérios de qualidade e os valores máximos permitidos para cada um desses critérios.

Os parâmetros estabelecidos pela Portaria MS nº 2914/2011 têm sua base fundamentada em estudos científicos e visam resguardar a saúde da população. Esses parâmetros englobam uma gama de fatores, incluindo características sensoriais, como cor, odor e sabor, assim como aspectos físico-químicos, como pH, turbidez, dureza e temperatura, entre outros. Adicionalmente, a regulamentação define limites máximos aceitáveis para a presença de

elementos como alumínio, bário, chumbo, manganês, nitrato, nitrito e outras substâncias que poderiam potencialmente prejudicar a saúde das pessoas (SILVA, 2023).

A inspeção da qualidade da água destinada ao consumo humano fica a cargo das agências estaduais de vigilância sanitária. Essas entidades assumem a responsabilidade pela supervisão dos estabelecimentos que vendem água mineral. Elas conduzem auditorias regulares tanto nas fontes de captação quanto nos locais de envasamento e distribuição. O objetivo dessas verificações é garantir a aderência estrita às normas e regulamentações preestabelecidas (SILVA, 2023). Além de abordar a água mineral, a Portaria MS nº 2914/2011 também define os protocolos de controle e monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano em sistemas de abastecimento de água tratada e em alternativas de fornecimento, como os inovadores chafarizes eletrônicos (ANVISA, 2017).

2.5 LEGISLAÇÃO ATUAL

No contexto atual do Brasil, a avaliação da qualidade das águas minerais provenientes de chafarizes eletrônicos é meticulosamente regulamentada pela Portaria de Consolidação nº 5, datada de 28 de setembro de 2017, emitida pelo Ministério da Saúde. Esta normativa estabelece os procedimentos e critérios que devem ser seguidos para garantir a integridade e a excelência da água fornecida por esses dispositivos.

No que tange às diretrizes abrangentes da legislação brasileira, os parâmetros que indicam a qualidade da água são minuciosamente definidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Essa resolução desenha os contornos dos elementos-chave que indicam a qualidade da água, tanto para corpos hídricos superficiais, abrangendo rios, lagos e lagoas, quanto para as águas subterrâneas. Com isso, um quadro normativo sólido é estabelecido, garantindo não apenas a potabilidade da água em chafarizes eletrônicos, mas também a salvaguarda da saúde pública e do ambiente aquático em sua totalidade.

Além disso, a mesma portaria define os critérios de aceitação relativos a cada um desses parâmetros, além de estipular as metodologias analíticas que devem ser empregadas para a avaliação da qualidade da água mineral. Vale ressaltar que essa regulamentação se aplica exclusivamente aos chafarizes eletrônicos que dispõem de água mineral natural ou água enriquecida com sais, sendo que outras fontes de água, como a água tratada ou proveniente de reuso, devem aderir a regulamentos específicos correspondentes. A avaliação da qualidade da

água desempenha um papel crucial na salvaguarda da saúde pública e na proteção do meio ambiente. São empregadas várias abordagens para conduzir essa avaliação, incluindo recursos como o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) e os Métodos Oficiais para Análise de Água e efluentes (SILVA, 2023).

O Manual Prático de Análise de Água da FUNASA oferece uma metodologia simplificada e economicamente viável para avaliar a qualidade da água em regiões rurais e comunidades de menor porte. Esta metodologia abrange a avaliação de características físicas, químicas e bacteriológicas, incluindo indicadores como temperatura, nível de pH, turbidez, quantidade de cloro residual livre, presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Logo os Métodos Padrão para Análise de Água e efluentes, desenvolvidos pela American Public Health Association (APHA), apresentam uma metodologia mais elaborada e precisa para avaliar a qualidade de águas e efluentes. Este manual compreende uma série extensa de procedimentos destinados a analisar diversos parâmetros, que são eles: pH, alcalinidade, dureza, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, teor de nitrogênio, fósforo, além da detecção de coliformes fecais, dentre outros. As duas metodologias são significativas e podem ser empregadas conforme as demandas específicas e os recursos disponíveis. É fundamental destacar que a seleção da abordagem deve ser baseada na observância das regulamentações e padrões em vigor, e deve ser conduzida por profissionais com competência e habilidades apropriadas (DIÓGENES, 2023).

2.6 DESAFIOS DO ACESSO À ÁGUA POTÁVEL

O desafio de assegurar o acesso a água potável ainda persiste em muitas regiões do mundo, especialmente onde os recursos hídricos são limitados. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas em todo o planeta ainda não têm acesso suficiente e seguro à água potável para consumo (ONU, 2021).

Já o acesso à água potável no Brasil tem sido um desafio persistente, apesar dos avanços alcançados nas últimas décadas. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), a cobertura de abastecimento de água potável nas áreas urbanas do Brasil é alta, chegando a cerca de 98%, mas ainda há disparidades significativas em áreas rurais e regiões mais remotas.

No Brasil, a qualidade da água é uma preocupação importante. Apesar da existência de regulamentações sólidas para o abastecimento de água potável, a falta de investimentos em

infraestrutura e tratamento pode levar à contaminação por patógenos, produtos químicos e poluentes. Isso representa um risco à saúde, principalmente onde o tratamento de água não atende aos padrões. Um dos principais desafios é a desigualdade na distribuição de acesso à água. Muitas comunidades rurais, especialmente as localizadas no semiárido nordestino e na região Norte, enfrentam dificuldades para obter água potável devido à escassez hídrica e à falta de infraestrutura adequada. Além disso, comunidades indígenas e quilombolas também enfrentam barreiras no acesso à água limpa e segura (DOS SANTOS, 2022).

Além disso, a gestão sustentável dos recursos hídricos é desafiadora. Embora o país seja rico em água, o uso inadequado, a poluição e as mudanças climáticas podem causar escassez em algumas áreas. Práticas como desmatamento e urbanização desordenada também afetam a disponibilidade de água potável no longo prazo. O acesso à água potável também está ligado ao saneamento básico como mostra a **Figura 3** abaixo. A falta de tratamento adequado de esgoto e resíduos pode contaminar as fontes de água, aumentando os riscos à saúde.

Figura 3 – Falta de Saneamento Básico.



Fonte: g1.globo.com, 2023.

A administração da água deve abarcar estratégias para assegurar a viabilidade duradoura dos recursos hídricos. Isso engloba a implementação da gestão integrada dos recursos hídricos, uma abordagem que reconhece a água como um recurso escasso e limitado, além da adoção de práticas voltadas à gestão da demanda hídrica, visando a diminuição do consumo através de ações sustentáveis (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2021).

Para superar esses desafios, é imperativo implementar medidas que fomentem a gestão sustentável da água e assegurem o acesso equitativo à água potável. Essas ações englobam desde investimentos na infraestrutura hídrica e saneamento básico até a promoção de práticas de conservação e uso responsável da água, como o aproveitamento de água da chuva e a adoção de técnicas agrícolas mais sustentáveis. Além disso, é crucial incentivar a participação ativa da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos e fortalecer políticas públicas que visem garantir o acesso universal à água potável para todos os cidadãos (ONU, 2019).

2.7 ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

No Semiárido Nordestino, em regiões onde o subsolo é predominantemente formado por rochas cristalinas, como é o caso do Alto Oeste potiguar, a escassez no fornecimento de água para o público é um problema recorrente, especialmente em pequenas cidades. Além das variações climáticas irregulares e da escassez de fontes de água, a disponibilidade de água subterrânea é restrita a sistemas hidrogeológicos cristalinos fissurados ou depósitos aluviais, que geralmente têm vazões limitadas e qualidade de água comprometida devido à alta salinidade. Isso é agravado pela falta de infraestrutura hídrica para o abastecimento (DE ALMEIDA, 2022).

Nesse contexto, a água é considerada um elemento intrínseco ao território, e surgem disputas pelo controle desse recurso, o que pode comprometer seus usos futuros, especialmente em regiões onde a escassez é acentuada. Para compreender essas disputas em torno da água como um recurso territorial, é fundamental começar por reconhecer que o território é moldado e definido por meio de relações de poder. Sob essa perspectiva, grupos sociais promovem práticas espaciais que incluem restrições ao acesso a recursos, controle da movimentação e até mesmo a redefinição de fronteiras, instrumentalizando e alterando o território conforme suas necessidades e interesses (PEIXOTO, 2020).

O município estudado apresenta uma geologia constituída principalmente de rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano, como granitos e gnaisses, e sedimentos

quaternários como aluviões, colúvios e areias. Segundo o diagnóstico dos recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte, realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) em 2017, o município de Patu-RN se encontra na região hidrográfica Piranhas-Açu, que apresenta uma disponibilidade hídrica irregular em função da sua localização no semiárido nordestino (ANA, 2022).

Outra forma de abastecimento de água no sertão nordestino é por meio de poços tubulares, que captam água subterrânea. No entanto, é importante lembrar que a água subterrânea pode apresentar riscos à saúde se não for devidamente tratada. Por isso, é importante que os poços sejam construídos e operados de acordo com as normas estabelecidas pelos órgãos reguladores.

De acordo com o estudo de Nascimento (2015), o principal aquífero da região é o aquífero fissural, que ocorre em rochas cristalinas e apresenta elevada heterogeneidade. Esse aquífero é caracterizado pela sua recarga rápida e descarga lenta, o que faz com que sua disponibilidade varie bastante ao longo do tempo e seja influenciada pela intensidade e distribuição das chuvas na região (DO NASCIMENTO, 2015).

Além do aquífero fissural, o estudo também destaca a ocorrência de aquíferos em formações sedimentares, como os aluviões e colúvios que ocorrem nas áreas de várzea dos rios da região. Esses aquíferos apresentam menor produtividade em relação ao fissural, mas podem ser uma alternativa importante para o abastecimento humano e animal em épocas de estiagem prolongada (OLIVEIRA, 2019).

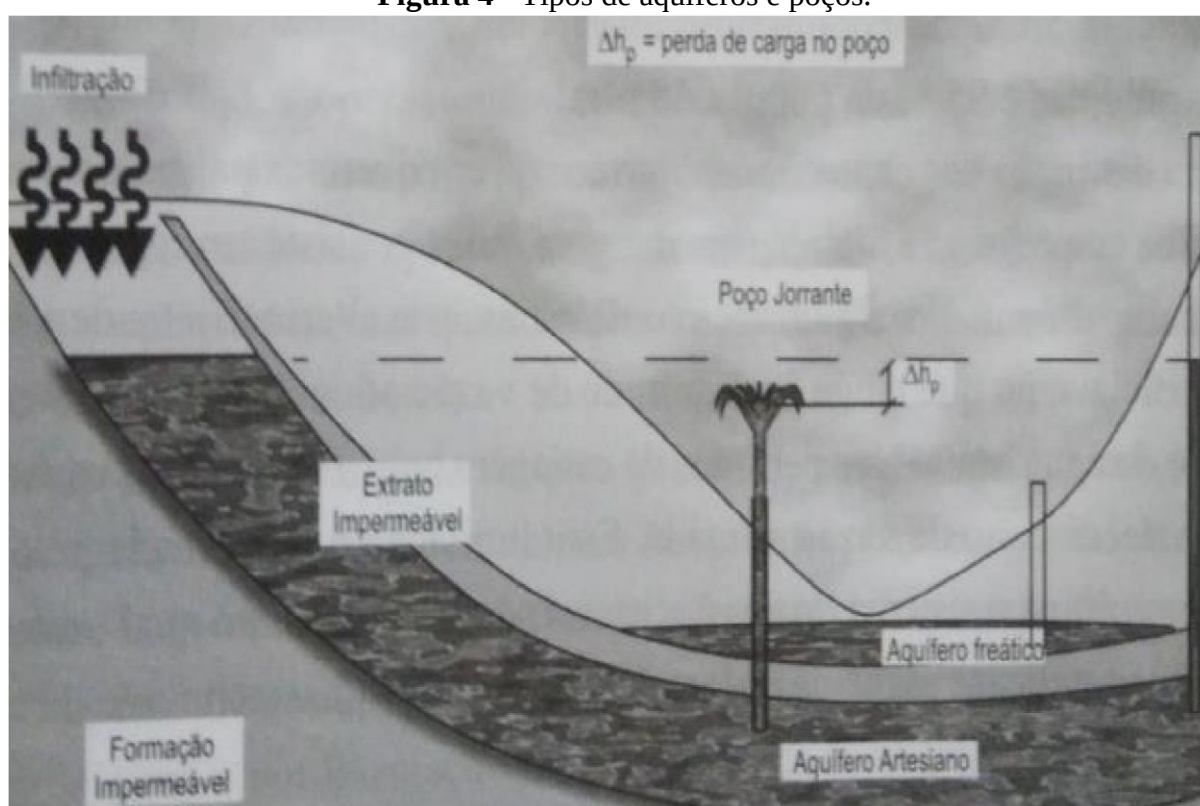
A qualidade da água para abastecimento público no sertão nordestino pode ser influenciada por fatores como a estação do ano, a quantidade de chuvas, a presença de contaminantes no solo e na água, entre outros. Por isso, é fundamental que a qualidade da água seja constantemente monitorada e que sejam adotadas medidas para garantir a segurança da água distribuída (OLIVEIRA, 2019).

2.7.1 MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os mananciais subterrâneos são importantes fontes de água para o abastecimento público, especialmente em regiões onde a disponibilidade de água superficial é limitada. Esses mananciais são constituídos por aquíferos, que são formações geológicas que possuem a capacidade de armazenar e transmitir água subterrânea.

De acordo com Libânio (2010), o aquífero freático consiste em um lençol de água localizado acima de uma camada de solo impermeável, com pressão atmosférica. Em contrapartida, o aquífero artesiano é composto por duas camadas de solo impermeáveis, geralmente mais profundo que o lençol freático e com pressão acima da atmosférica. Essas características são relevantes para entender a dinâmica dos aquíferos e escolher as técnicas mais adequadas para a captação de água subterrânea, já que a pressão do aquífero artesiano pode ser aproveitada para obter água de forma mais eficiente (LIBÂNIO, 2010). Um esquema dos dois tipos de aquíferos e poços é mostrado na **Figura 4**.

Figura 4 - Tipos de aquíferos e poços.



Fonte: LIBÂNIO, 2010.

Os aquíferos podem ser classificados de acordo com a sua porosidade e permeabilidade. A porosidade se refere à quantidade de espaços vazios existentes na formação geológica, enquanto a permeabilidade se refere à capacidade que esses espaços vazios têm de permitir a circulação da água subterrânea.

Existem diversas maneiras de obter água, e a escolha da técnica a ser utilizada depende do tipo de reservatório subterrâneo. Quando se trata da água do lençol freático, as opções são galerias filtrantes, drenos, fontes ou poços freáticos. Por outro lado, a água dos aquíferos

artesianos é predominantemente captada por meio de poços artesianos, embora em algumas situações também possam ser utilizadas fontes de encosta. É importante destacar que a escolha da técnica de captação é crucial para garantir a disponibilidade e a qualidade da água subterrânea para o abastecimento público e outras atividades humanas. (MIRANDA, 2007).

Para garantir a sustentabilidade do uso dos mananciais subterrâneos para o abastecimento público, é importante realizar estudos hidrogeológicos para avaliar a disponibilidade e a qualidade da água subterrânea, além de monitorar constantemente a vazão e a qualidade da água dos poços e nascentes utilizados para o abastecimento público (MIRANDA, 2007).

2.8 CHAFARIZ ELETRÔNICO

De acordo com DA SILVA JUNIOR; JUNIOR (2023) os chafarizes eletrônicos são sistemas automatizados que operam com base em moedas de diferentes valores, como R\$ 0,25, R\$ 0,50, R\$ 1,00 e notas de R\$ 2,00. Esses sistemas são projetados para dispensar água de acordo com o preço especificado pelo cliente na configuração do equipamento (conforme mostrado na **Figura 5A**). A água é fornecida por meio de um caminhão-pipa especialmente designado para o transporte de água potável, que possui todas as autorizações e licenças necessárias (como ilustrado na **Figura 5B**) (DA SILVA JUNIOR; JUNIOR, 2023). A fonte principal de água para abastecer a maioria desses chafarizes é proveniente de poços localizados no município estudado.

Figura 5A: Chafariz eletrônico de água mineral.



Fonte: sidneysilva.com.br, 2023.

Figura 5B: Abastecimento do chafariz eletrônico com caminhão pipa.



Fonte: solutudo.com.br, 2018.

Conforme informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Saúde de Mossoró, é importante destacar que a água, apesar de ser um produto de fácil comercialização, é classificada como um alimento e, portanto, apresenta um alto risco de contaminação e potencial transmissão de doenças. Por essa razão, são necessários cuidados rigorosos em todas as etapas do processo, incluindo a captação, transporte, armazenamento e venda. Além disso, são requeridas diversas medidas para assegurar a qualidade e segurança da água, especialmente quando se trata de água não mineral, não acrescida de sais, muitas vezes considerada "água bruta". Nesse contexto, torna-se fundamental a implementação de tratamento adequado e a aplicação de rigoroso controle de qualidade sob a supervisão de um profissional responsável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O estudo foi realizado na cidade de Patu no estado do Rio Grande do Norte, localizado na região Oeste do estado, a aproximadamente 300 km da capital Natal. Fundado em 1928, Patu tem uma área territorial de 437,601 km² e, de acordo com o último censo do IBGE realizado em 2021, possui uma população estimada de 11.835 habitantes.

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 "A" em maiúscula para representar "Chafariz" seguido de um número de identificação (A 1, A 2, A 3), 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-químicos foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, temperatura, 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 Caraúbas e Mossoró - 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).

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

3.4.8 Dureza Total

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

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

Onde: f_{Ca} = molaridade do EDTA · 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

As medidas de oxigênio dissolvido foram realizadas em um medidor de qualidade da água e temperatura TDS. Uma Caneta Medidor De Tds Digital da marca RZEZ-1.

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

Conforme a Tabela 1, 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 1 – Caracterização dos chafarizes do município de Patu – RN

Chafariz	Características				
	Material de armazenamento da água	Tampa de proteção	Forma de retirada da água	Alvará ou Licença de funcionamento	Laudo de qualidade da água
A 1	Caixa PVC	Sim	A	Não	Sim
A 2	Caixa PVC	Sim	A	Não	Sim
A 3	Caixa PVC	Sim	A	Não	Sim

M: Manualmente;

A: Automática Bomba centrífuga.

Fonte: Autoria própria.

4.2 COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA MINERAL E INVESTIGAÇÃO DE QUALIDADE.

A coleta das amostras de água mineral e análises foram realizadas durante os meses de fevereiro a maio de 2023, sendo realizada entre 8:00 às 10:00 horas, de acordo com as recomendações conforme descrito no *Standard Methods* (2012) e segundo a metodologia do Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009).

As amostras foram identificadas pela letra “A” maiúscula (Chafariz), seguido de um número referente e seu proprietário, com um rótulo padrão informando data, hora e numeração da amostra. As amostras de água mineral coletadas foram acondicionadas em garrafas com capacidade de 1000mL, previamente esterilizadas, em seguida foram colocadas em caixa térmica com gelo e levadas para o laboratório de solos e Qualidade da água da UFERSA Caraúbas e Mossoró, sendo estas mantidas sob refrigeração até a realização das análises de qualidade físico-químicas.

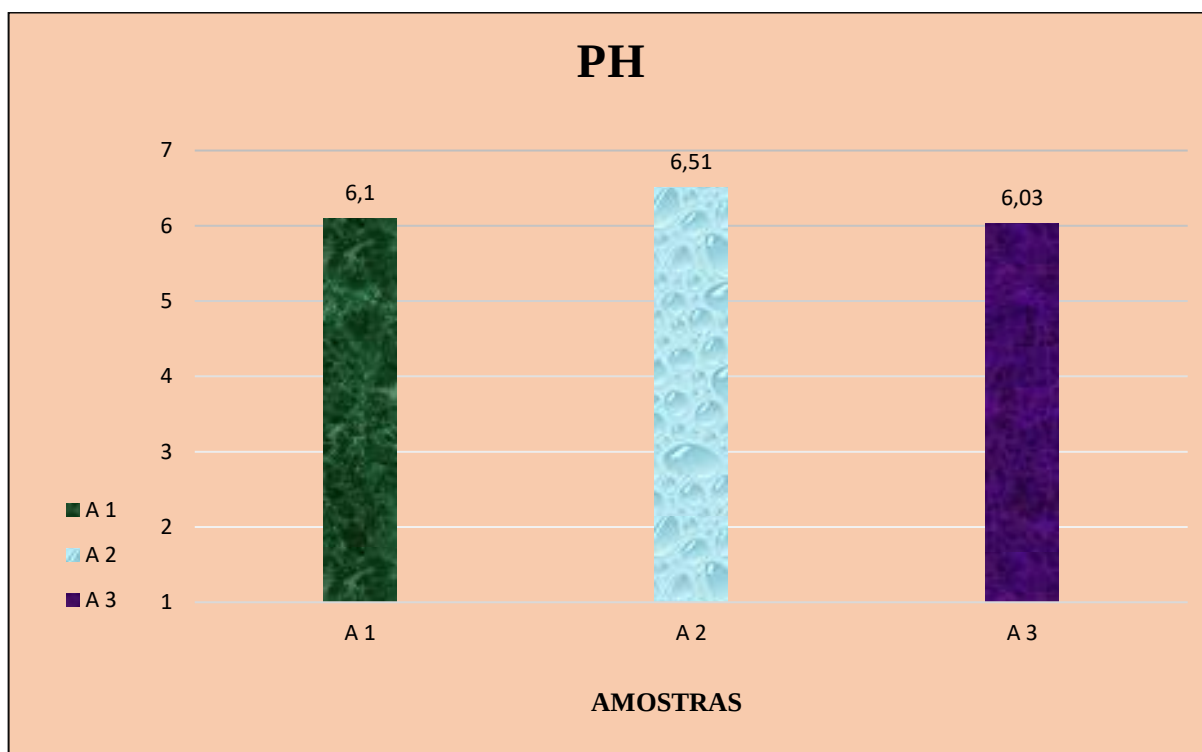
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

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.

4.3.1 pH

A água mineral comercializada na área do município de Patu, localizado no estado do Rio Grande do Norte, exibiu um pH ligeiramente ácido, em conformidade com as características das fontes da região. Os valores médios de pH das amostras de água coletadas nos chafarizes variaram entre 6,03 a 6,51, mantendo-se todos dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Conforme previsto na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que define os padrões para água potável, o intervalo de pH considerado adequado para água potável está situado entre 6,0 e 9,5. **(Gráfico 1).**

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



Fonte: Autoria própria.

Os valores identificados nas amostras coletadas se aproximaram da média reportada por Bezerra et al. (2017) em um estudo que avaliou a qualidade da água de chafarizes em dois bairros da cidade de Fortaleza, no estado do Ceará. Neste estudo, a média do pH observado foi de 6,36, que está em conformidade com o padrão estabelecido, que preconiza um intervalo de pH entre 6,0 e 9,5.

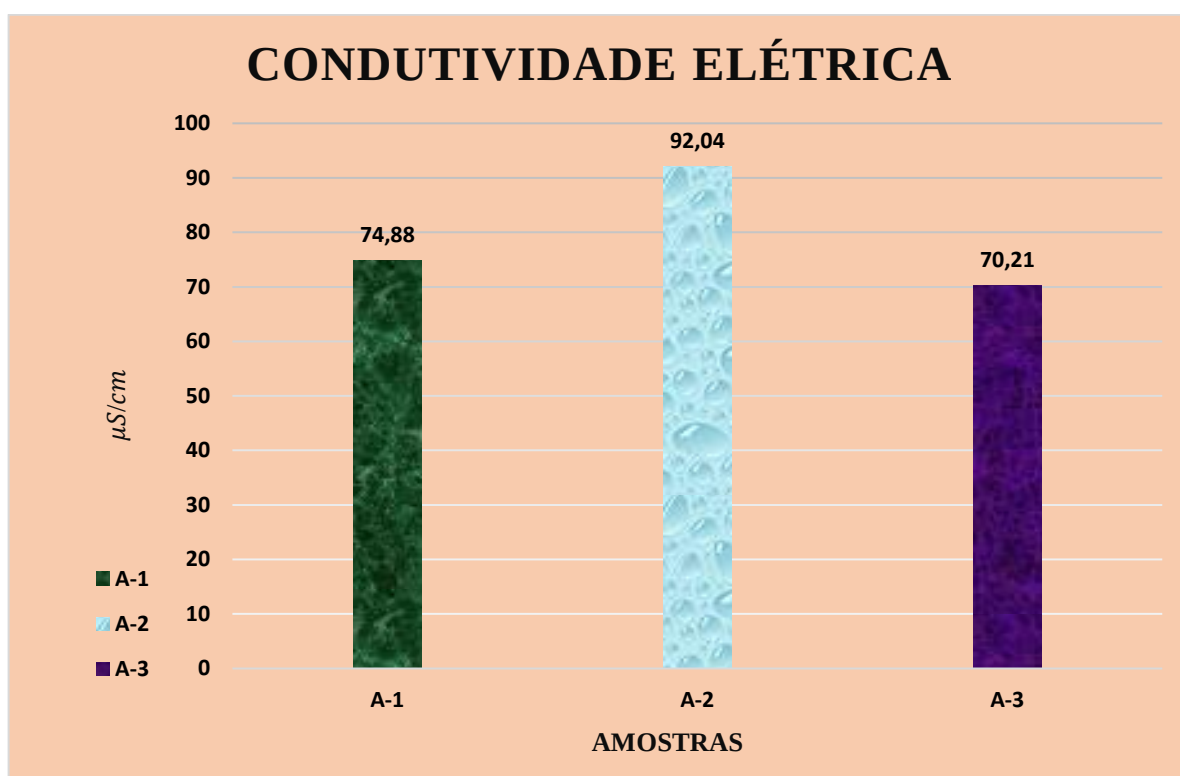
O pH não representa uma ameaça direta à saúde, porém, desempenha um papel crucial no tratamento das águas, influenciando significativamente os processos microbiológicos e químicos que ocorrem nesse meio. Portanto, é fundamental que seja regularmente monitorado e mantido sob controle, já que desempenha um papel importante no tratamento da água e na regulação dos processos de desinfecção (SPERLING, 2005).

4.3.2 Condutividade elétrica

Os resultados obtidos para condutividade elétrica estão em um intervalo de variação de 70,21 $\mu\text{S/cm}$ a 92,04 $\mu\text{S/cm}$ (

Gráfico 2).

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



Fonte: Autoria própria.

Ao compararmos os resultados obtidos por Diógenes (2023) em seu estudo realizado em dois chafarizes eletrônicos na cidade de Felipe Guerra-RN, onde foram registrados valores de 122,7 $\mu\text{S/cm}$ e 196,3 $\mu\text{S/cm}$, podemos realizar uma análise comparativa com os valores obtidos nos chafarizes de Patu-RN. Notavelmente, os resultados em Patu-RN não apresentaram uma disparidade significativa em relação aos valores mencionados anteriormente, estando, portanto, dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e pelas Resoluções do CONAMA nº 357 de 2005 e nº 396 de 2008.

De acordo com as diretrizes estipuladas pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e as 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 a 1500,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Com base nos resultados obtidos, todas as amostras estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação.

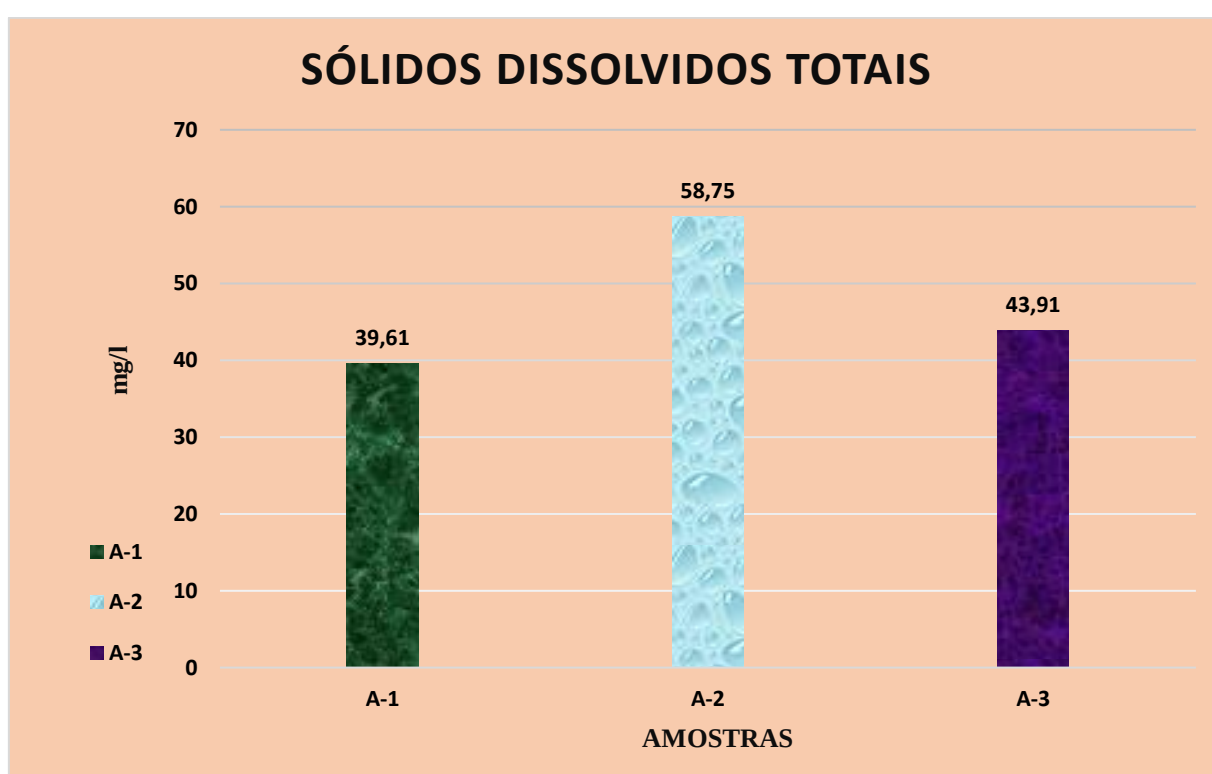
A condutividade elétrica é um indicador que avalia a habilidade da água em conduzir eletricidade, sendo influenciada pela presença de íons dissolvidos na água. Embora a condutividade elétrica por si só não forneça informações específicas sobre quais íons estão presentes em uma amostra de água, ela desempenha um papel valioso na detecção de potenciais impactos ambientais (CAVALCANTI, 2010).

Conforme as diretrizes estabelecidas pelas normas da NBR (Norma Brasileira Regulamentadora), é essencial ressaltar a importância da avaliação periódica da qualidade da água, com foco nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. A obtenção regular de resultados dessas análises desempenha um papel fundamental na identificação de eventuais riscos para a saúde pública. Quando necessário, as medidas corretivas devem ser implementadas para assegurar que a água fornecida à comunidade seja segura e adequada para o consumo humano (SILVA, 2023).

4.3.3 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os valores médios encontrados para SDT variam entre de 39,61 a 58,75 (mg/l) (**Gráfico 3**).

Gráfico 3 – Teores médios de sólidos dissolvidos totais (mg/l) na água dos chafarizes do município de Patu – RN.



Fonte: Autoria própria.

Conforme as diretrizes do Ministério da Saúde, o limite máximo permitido de Sólidos Dissolvidos Totais na água destinada ao consumo humano é de 1000 mg/L. Considerando o limite máximo estabelecido pela legislação, é importante observar que ambas as amostras apresentaram níveis baixos de Sólidos Dissolvidos Totais, estando ambas dentro dos valores permitidos pelo Ministério da Saúde.

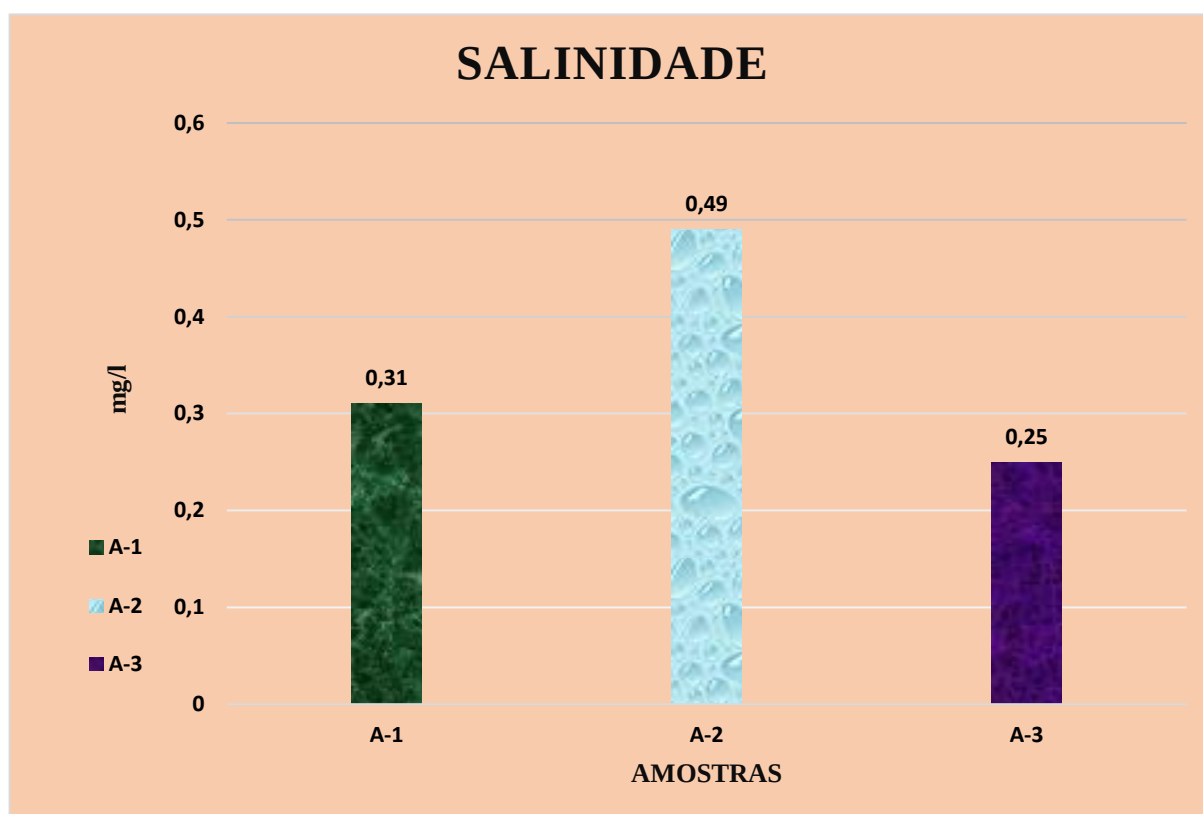
Ao analisar as amostras, podemos observar que os níveis de Sólidos Dissolvidos Totais no chafariz 1,2 e 3 estiveram um pouco abaixo à média identificada por Dos Santos et al. (2019) em chafarizes da cidade de Cuité, na Paraíba, que foi de 118,57 mg/L. Esses valores também

ficaram abaixo daqueles registrados por Bezerra et al. (2017) nos chafarizes de Fortaleza, que totalizaram 221,4 mg/L. A partir dessas constatações, podemos concluir que a água dos chafarizes não apresenta uma elevada concentração de sólidos dissolvidos totais.

4.3.4 Salinidade

Diante dos dados obtidos para salinidade (**Gráfico 4**), observa-se que os teores variam entre 0,25 mg/l a 0,49 mg/l.

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



Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005, especificamente no capítulo I, artigo 2º, inciso I, a água doce destinada ao consumo humano deve conter um valor igual ou inferior a 0,50 mg/L para a salinidade.

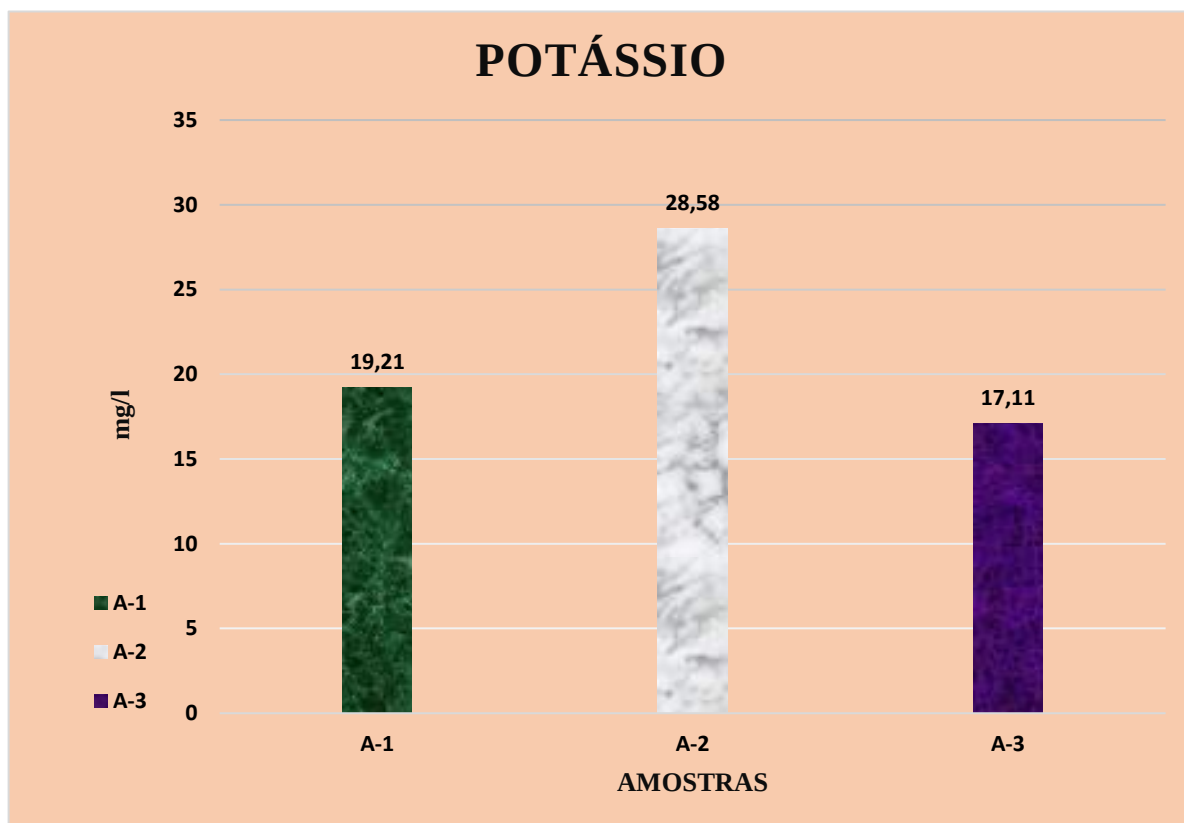
Ao compararmos os resultados obtidos por Diógenes (2023) em seu estudo conduzido em dois chafarizes eletrônicos na cidade de Felipe Guerra-RN, que registrou valores de 0,25

ml/l e 0,36 ml/l, com os resultados obtidos nos chafarizes de Patu-RN, torna-se evidente que todos os valores estão próximos e em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo CONAMA.

4.2.5 Potássio (K)

Os teores de potássio das amostras de água variaram entre 17,11 a 28,58 mg/l. Neste contexto, não é possível fazer comparações com os valores estabelecidos, uma vez que a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde não estabelece limites para a concentração de potássio na água destinada ao abastecimento humano. **(Gráfico 5).**

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



Fonte: Autoria própria.

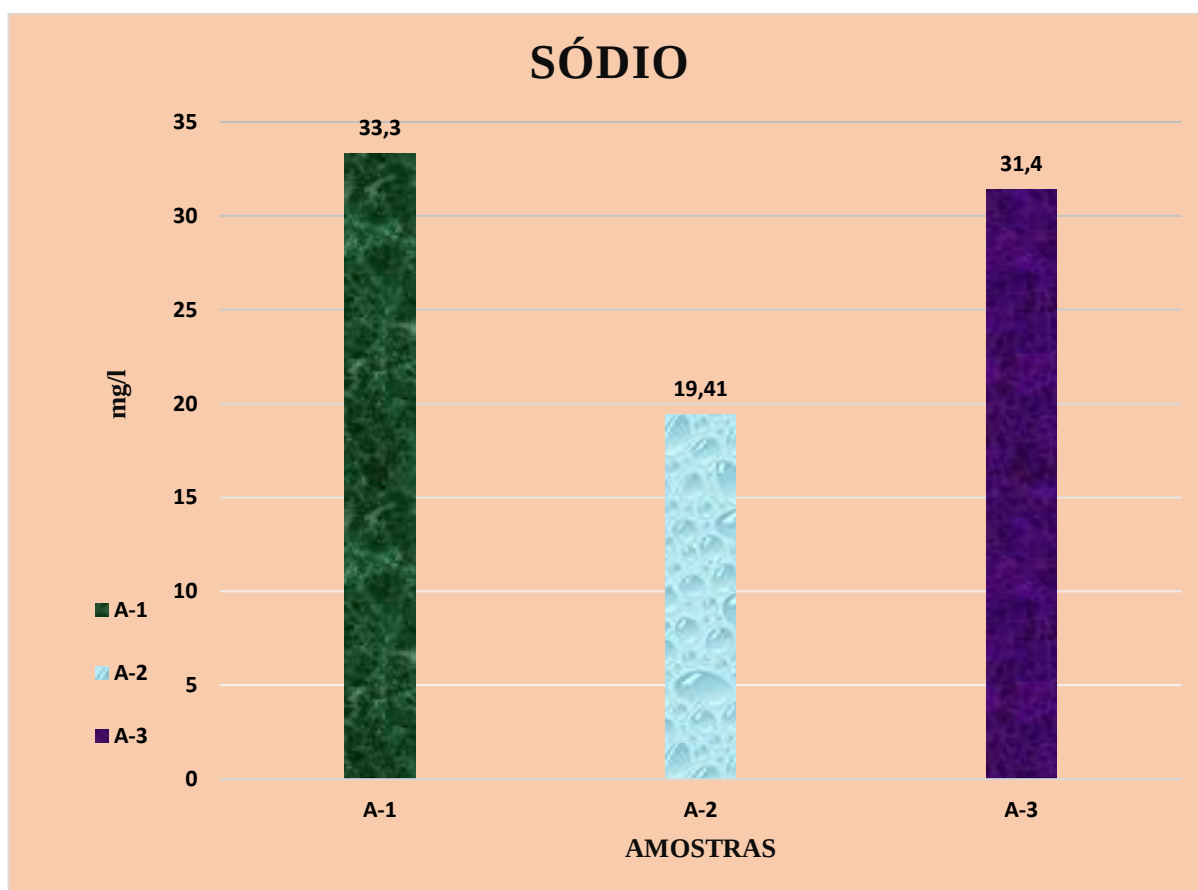
Ao comparar os resultados deste estudo com os dados obtidos por Dos Santos et al. (2019) em chafarizes na cidade de Cuité, Paraíba, onde a média de potássio foi de 14,14 mg/L, e considerando os achados de Esteves (2011), que relatou concentrações médias de potássio em

suas amostras de 36,86 mg/L semelhantes aos deste estudo, torna-se evidente que em ambas as pesquisas, os valores de potássio ultrapassam o limite de 10 mg/L. Os valores elevados de potássio nas amostras podem estar relacionados à forma como os chafarizes são abastecidos.

4.3.6 Sódio (Na)

Os valores médios de sódio das amostras de água variaram entre 19,41 a 33,3 mg.L⁻¹ (Gráfico 6).

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



Fonte: Autoria própria.

Conforme a Portaria do Ministério da Saúde nº 5 de 28 de setembro de 2017, o limite máximo permitido para o sódio na água é de 200 mg/L. Com base nos resultados obtidos nas amostras, observamos que todos os chafarizes (A-1, A-2, A-3) analisados, os níveis de sódio encontram-se dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

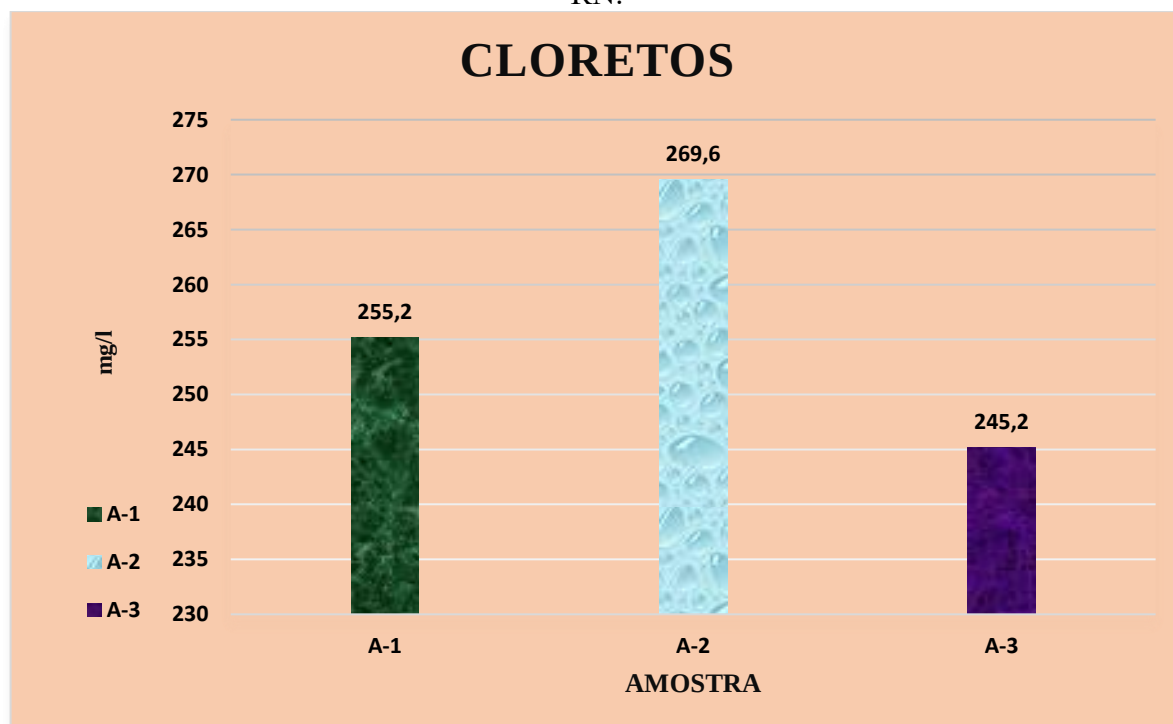
Se fizermos uma comparação com os resultados coletados por Bezerra et al. (2017), que registraram uma concentração de sódio ligeiramente superior, com 72,15 mg/L, podemos notar que, mesmo assim, ambos os estudos demonstraram que as amostras se encontram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde.

De acordo com informações da CETESB (2012), as concentrações de sódio em águas superficiais podem apresentar variações devido a diversos fatores, incluindo a geologia da região, descargas de efluentes, aplicação sazonal de sais em rodovias e o uso de fertilizantes na agricultura.

4.3.7 Cloretos

Quanto as teores de cloreto, as amostras apresentaram um intervalo de variação de 245,2 mg.L⁻¹ a 269,6 mg.L⁻¹ (**Gráfico 7**).

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



Fonte: Autoria própria.

Conforme a legislação vigente, em particular a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece um limite mínimo de 250 mg/L para cloretos na água, é importante

ressaltar que dos chafarizes analisados, um deles, o A-3, apresentou níveis de cloretos levemente abaixo dos valores estabelecidos por essa norma. No entanto, os outros dois, identificados como A-1 e A-2, registraram concentrações acima do limite mínimo permitido pela legislação. Isso indica que, de acordo com os critérios estabelecidos na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, dois desses chafarizes estão em conformidade com relação a esse aspecto específico, enquanto o terceiro não está em conformidade.

Ao compararmos os resultados obtidos por Diógenes (2023) em seu estudo realizado em dois chafarizes eletrônicos na cidade de Felipe Guerra-RN, que registraram valores de 35,70 ml/l e 63,10 ml/l, notamos que um dos chafarizes em Patu-RN apresentou uma concentração abaixo dos 250 ml/l necessários, mas também é notável uma diferença significativa em relação aos resultados obtidos por Diógenes (2023), que estão consideravelmente abaixo do valor necessário. No entanto, os outros dois chafarizes em Patu-RN permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA.

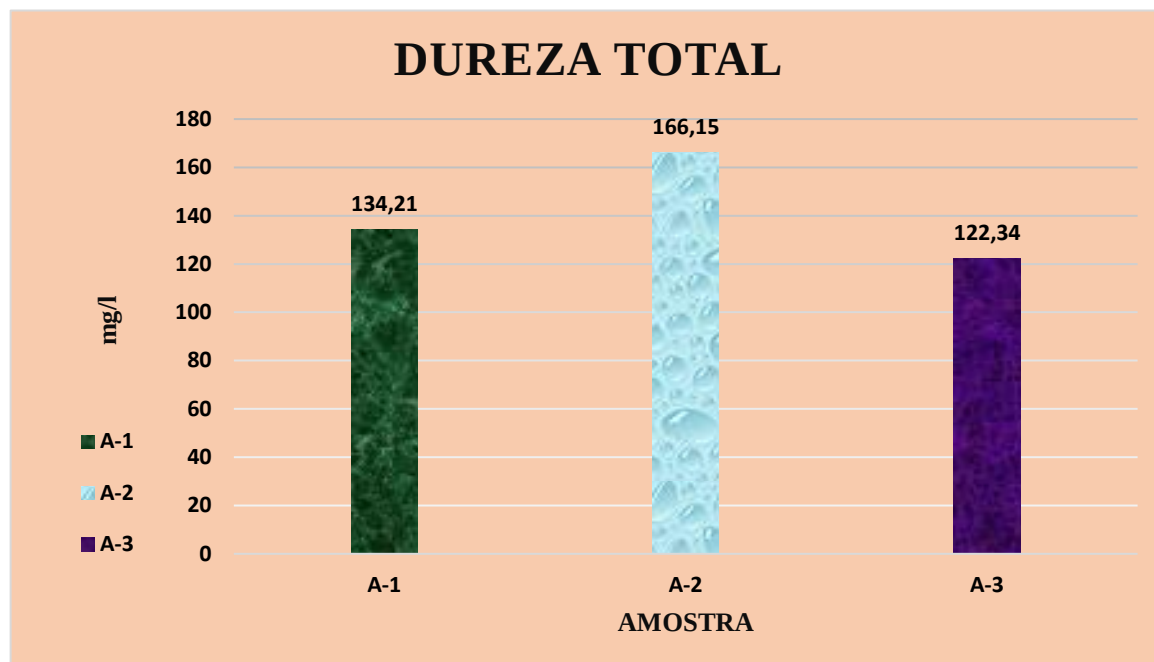
A presença de maiores concentrações de cloretos é comumente associada a águas subterrâneas, devido à barreira física imposta pelas camadas de rochas e solo, que limitam a dispersão desses íons para outros meios, como destacado por Casali (2008).

É importante notar que concentrações elevadas de cloreto podem não apenas afetar o sabor da água, mas também restringir sua aplicação prática, além de poderem ter efeitos laxativos, como mencionado por APHA (2012).

4.3.8 Dureza Total

Os valores encontrados para a Dureza Total (CaCO_3) nas amostras estudadas, variam de 122,34 mg/L a 166,15 mg/L (**Gráfico 8**).

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



Fonte: Autoria própria.

Conforme estipulado pela Portaria 2914/2011, os limites para a Dureza Total em água potável são estabelecidos em 500 mg/L. Ao realizar a comparação dos dados obtidos neste estudo com os critérios regulatórios, observamos que as amostras estão em conformidade com os padrões de dureza definidos pelo Ministério da Saúde.

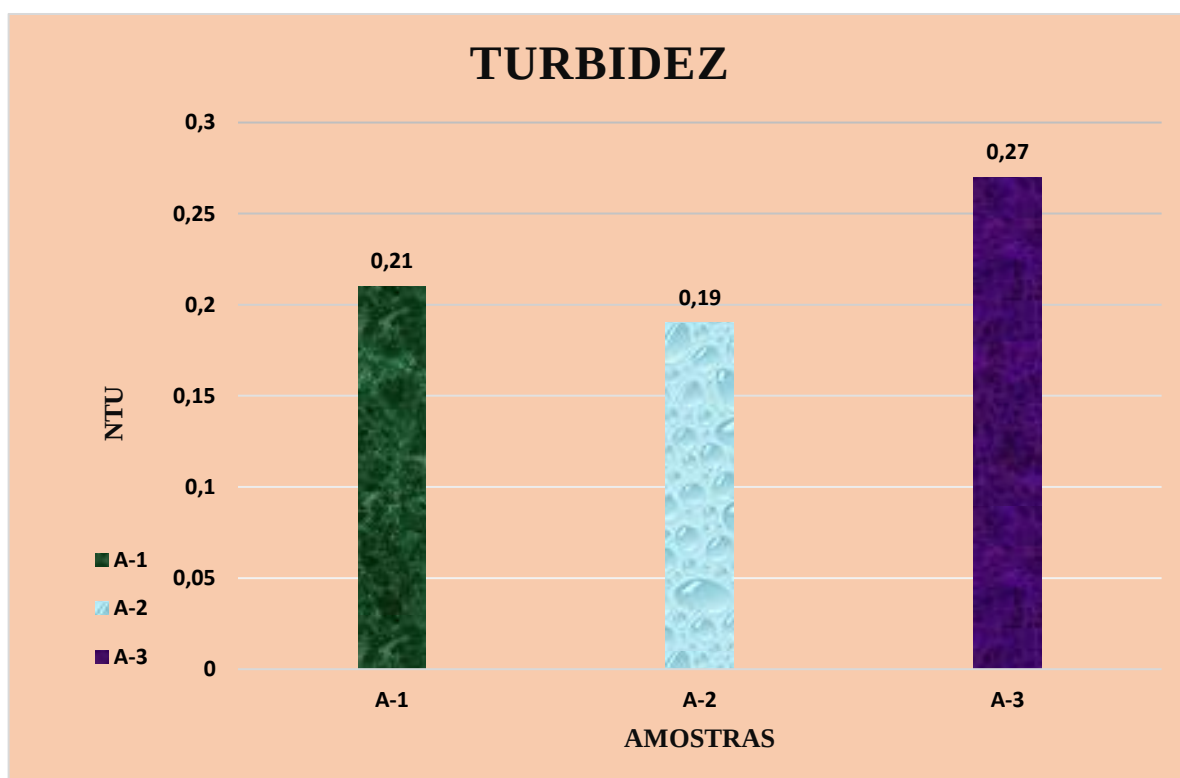
Os resultados obtidos neste estudo se assemelham aos dados reportados por Alii (2005) e Esteves (2011), que estabeleceram níveis de até 75 mg/L em suas pesquisas. Conforme a legislação (Brasil, 2006), é importante destacar que a toxicidade da água é inversamente proporcional ao seu grau de dureza, o que significa que a presença de maior dureza pode atenuar a toxicidade de certos metais, como cobre, zinco, chumbo, entre outros, conforme também observado pela USEPA (2015).

A dureza da água é uma medida que se refere à concentração de cátions multimetálicos presentes em uma solução, sendo os mais comuns os cátions divalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} . Essa dureza pode ter origem na dissolução de minerais que contêm cálcio e magnésio ou resultar de despejos industriais. Dependendo da concentração desses cátions, a água pode adquirir um sabor desagradável e até mesmo causar efeitos laxativos (SPERLING, 2007).

4.3.9 Turbidez

Os valores encontrados para a Turbidez das águas, em NTU, nas amostras estudadas, variaram de 0,19 e 0,27. É importante notar que todas as amostras analisadas estão de acordo com os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que estipula um valor máximo de 5,0 NTU para a turbidez da água (**Gráfico 9**).

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



Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos neste estudo são comparáveis aos dados relatados por Oliveira (2023), que determinaram níveis de 0,14 NTU e 0,17 NTU. Esses valores não se distanciam significativamente dos encontrados nesta pesquisa, indicando que os resultados de ambos os estudos estão em conformidade.

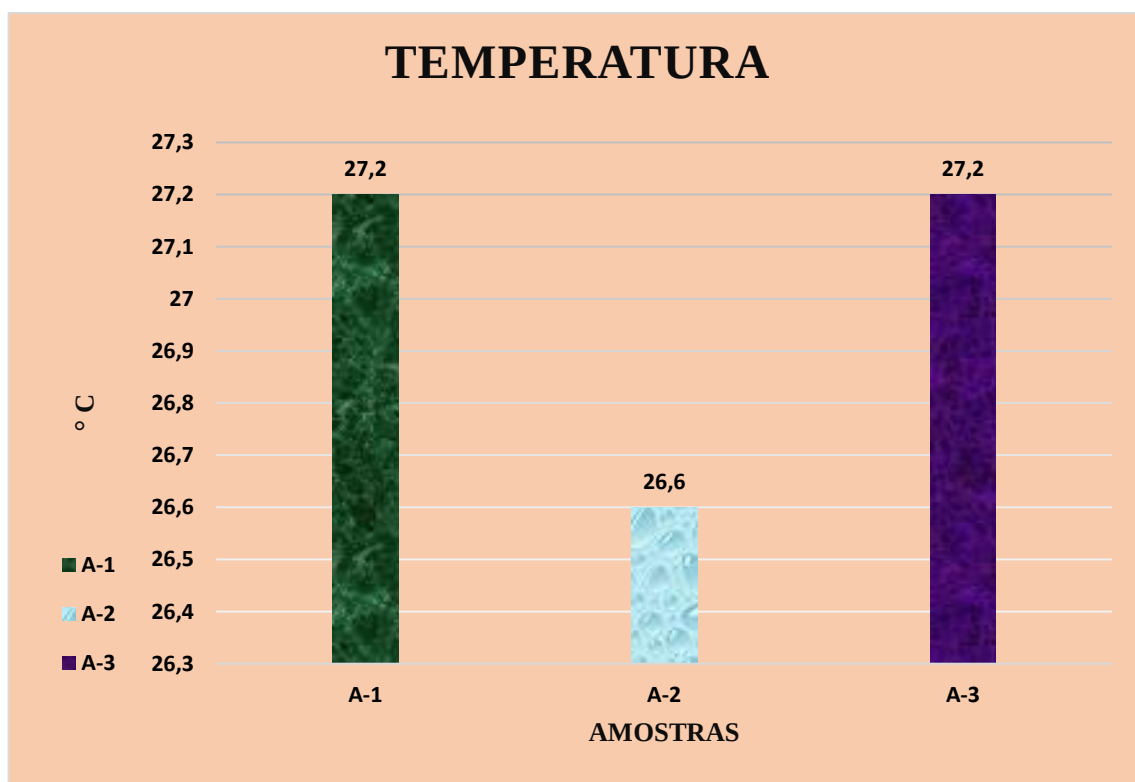
A turbidez da água é uma medida que reflete o grau de interferência na passagem da luz através dela, resultando na sua aparência turva. Essa turbidez aumenta à medida que a água contém mais sólidos em suspensão, tais como partículas de rochas, argilas, algas e outros microrganismos (SPERLING, 2007). Uma das principais causas desse aumento na turbidez é a

erosão, que ocorre quando a chuva transporta uma quantidade considerável de materiais sólidos para os corpos d'água.

4.3.10 Temperatura

Os valores encontrados para a Temperatura das águas, em °C, nas amostras estudadas, variaram de 26,6 e 27,2 (**Gráfico 10**).

Gráfico 10 - Valores médios da temperatura (°C) da água dos chafarizes do município de Patu – RN.



Fonte: Autoria própria.

A temperatura é uma medida que indica a intensidade do calor e tem um impacto direto em uma série de outros parâmetros físicos, como viscosidade, densidade, oxigênio dissolvido (OD), tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização, calor latente de vaporização, condutividade térmica e pressão de vapor (Nolasco et al., 2020). Além disso, a temperatura da água pode variar devido a fontes naturais, como a energia solar, e fontes

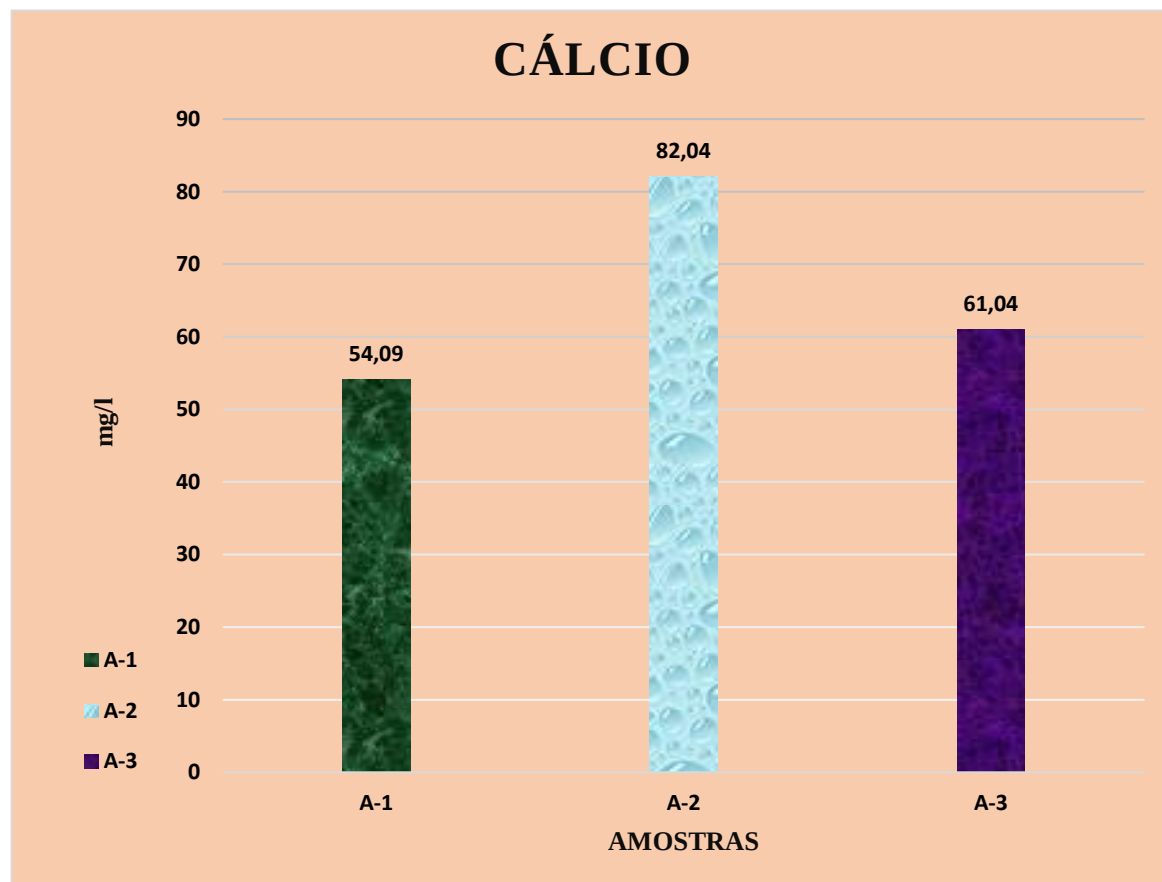
de origem humana, incluindo despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas (Soares, 2017).

Embora a Portaria do Ministério da Saúde MS nº 5/2017 não estabeleça limites específicos para a temperatura da água, é importante monitorar esse parâmetro. Isso se deve ao fato de que a temperatura influencia a quantidade de oxigênio dissolvido na água e também afeta a troca de gases entre o meio aquoso e a atmosfera. Além disso, a temperatura pode variar nas tubulações de abastecimento urbano, especialmente quando expostas à radiação solar (Nolasco et al., 2020).

4.3.11 Cálcio

Os valores de cálcio nas amostras de água analisadas variaram de 61,04 a 82,04 mg/l. **(Gráfico 11).**

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



Fonte: Autoria própria.

Ao compararmos os resultados com os de Oliveira (2023), que registraram valores de 36,33 mg/l e 86,15 mg/l, notamos que esses valores são bastante semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. No entanto, é importante observar que não é possível estabelecer limites precisos nesse parâmetro com base nos resultados disponíveis.

Embora a Portaria do Ministério da Saúde MS nº 5/2017 não estabeleça limites específicos para cálcio da água, é importante monitorar esse parâmetro. A concentração de cálcio na água mineral pode variar consideravelmente, dependendo da fonte de captação. A presença de rochas calcárias na região de origem da água pode resultar em uma concentração mais elevada de cálcio na água (ROCHA et al., 2019). Além disso, a forma química em que o cálcio está presente na água também desempenha um papel importante na sua biodisponibilidade e, consequentemente, na absorção pelo organismo humano.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises foram conduzidas em três repetições para cada amostra, e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey com um nível de significância de 5%, como mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das determinações físico-químicas das amostras de água coletadas nos chafarizes no município de PATU - RN.

Análises	A-1	A-2	A-3	Média	Legislação (VMP)
pH	6,10b	6,51c	6,03a	6,21	6 a 9
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	74,88b	92,04c	70,21a	79,04	--
Salinidade (mg/l)	0,31b	0,49a	0,25c	0,35	0,50
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	27,2	26,6	27,2	27	10
Potássio K^+ (mg/l)	19,21b	28,58a	17,11c	21,63	
Na^+ (mg/l)	33,30b	19,41a	31,4c	28,03	200
Cloretos Cl^- (mg/l)	255,2b	269,6a	245,2c	256,66	>250
Dureza total CaCO_3 (mg/l)	134,21b	166,15a	122,34c	140,9	500
Turbidez (NTU)	0,21a	0,19a	0,27a	0,22	5
SDT	39,61c	58,75a	43,91b	47,42	1000
Cálcio (mg/l)	54,09b	82,04a	61,04c	65,72	--

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

No contexto do semiárido brasileiro, a implantação de chafarizes eletrônicos tem se mostrado uma solução viável para a distribuição de água potável. Havendo economia tanto na instalação quanto na manutenção, juntamente com a acessibilidade simplificada, representa algumas das principais vantagens desse tipo de equipamento para as comunidades que residem em áreas com escassez hídrica (SILVA et al., 2015).

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a análise físico-química das amostras de água mineral de dois chafarizes no município de Patu, no estado do Rio Grande do Norte, apenas no chafariz A-3 está em conformidade com a legislação para todos os parâmetros analisado. Já para os outros dois chafarizes, só o teor de cloreto deu um pouco acima do permitido pela legislação. No entanto, é importante ressaltar que essas variações não comprometem a adequação para o consumo humano, uma vez que estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, 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, para garantir a manutenção dessa qualidade e preservar a saúde dos consumidores, é altamente recomendável a implementação de um monitoramento constante da qualidade da água mineral desses chafarizes. Esse monitoramento deve abranger a investigação de variáveis que possam comprometer a potabilidade da água, assegurando, assim, a sua qualidade ao longo do tempo e a proteção da saúde da comunidade local.

6. REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 12216: **Água subterrânea – Aquíferos livres – Determinação do nível estático**. Rio de Janeiro, 1994. Acesso em: 24 de julho de 2023.

Agência Nacional de Águas (ANA). **Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-de-recursos-hidricos/planos-de-recursos-hidricos/diagnostico-dos-recursos-hidricos-da-regiao-hidrografica-piranhas-acu>. Acesso em: 06 julho 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Água no Nordeste: Desafios e Soluções**. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anaweb/documents/4054595/7909465/AguaNoNordeste_DesafiosSolues_ANA_2020.pdf. Acesso em: 06 julho 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Águas Subterrâneas**. Disponível em: <https://www.gov.br/anaweb/aguas-subterraneas>. Acesso em: 11 julho 2023.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22^a ed. Washington, D.C: APHA, AWWA, WEF, 2012. Acesso em: 24 de junho de 2023.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Normas e padrões para alimentos**. Resolução – CNNPA nº. 12, 2019. São Paulo/SP. Acesso em: 11 agosto de 2023.

BAPTISTA NETO, J. A.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. **Poluição Marinha**. 1.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. Acesso em: 09 de agosto de 2023.

BEZERRA, A. D. A. et al. Análise da potabilidade de água de chafarizes de dois bairros do município de Fortaleza, Ceará. **Revista Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 8, p. 24-34, 2017. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

BRASIL. **Convivência com o Semiárido**. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/convivencia-com-o-semiarido>. Acesso em: 06 abr. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Semiárido brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agenda-2030/ods-6-agua-e-saneamento/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 24 ago. 2023.

BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE. **Delimitação do semiárido**. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/projetos-e-iniciativas/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 24 ago. 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 agosto de 2023.

CAMPOS, M. A. D.; FRANÇA, G. S.; NOGUEIRA, A. C. R. **Uso de água subterrânea para abastecimento público na Região Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 9, n. 4, p. 127-143, 2004. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

CASALI, S. P. **Hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Bauru**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

DANTAS, M. E. N.; CAVALCANTE, L. M.; BEZERRA, E. B.; ANDRADE, E. M. de; SILVA, A. F. da. Avaliação da qualidade da água subterrânea em poços do município de Limoeiro do Norte-CE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 22, p. e41, 2017. Acesso em: 14 de setembro de 2023.

DA SILVA JUNIOR, Iran Evangelista; JUNIOR, Orivaldo da Silva Lacerda. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHAFARIZ ELETRÔNICO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN. **Revista OWL (OWL Journal)**, v. 1, n. 2, p. 112-123, 2023. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

DE ALMEIDA, Vinícius Domingos Aires et al. Uso das águas subterrâneas e conflito no abastecimento de água em pequena cidade do semiárido potiguar. **Geografia em Atos (Online)**, v. 6, n. 2, p. 92-110, 2022. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

DIÓGENES, Douglas Renan. **Qualidade físico-química da água mineral comercializada em chafarizes no município de Felipe Guerra - RN**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal do Semi-árido, Felipe Guerra, Rio Grande do Norte, 2023. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

DOS SANTOS, Juliene Lais Moraes. **Acompanhamento do controle de qualidade e processo produtivo da água mineral San Valle**. Orientador: Francisco Wilton Miranda da Silva. 2022. 57 f. TCC (Engenharia Química) – Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA. Mossoró, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/8681>. Acesso em: 09 de julho. 2023.

DOS SANTOS, Moises Casado et al. DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DO CHAFARIZ DO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 1, p. 19, 2019. Acesso em: 18 de agosto de 2023.

DO NASCIMENTO*, Carlos Tadeu Carvalho; DE ALMEIDA, Andréia. Caracterização de Aquífero Fissural Utilizando VLF. In: **14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & EXPOGEF, Rio de Janeiro, Brazil, 3-6 August 2015**. Brazilian Geophysical Society, 2015. p. 333-337. Acesso em: 16 de agosto de 2023.

DOS SANTOS, A. D. et al. **Qualidade da água de chafarizes públicos na cidade de Cuité-PB**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 6, p. 1833-1845, 2019. Acesso em: 18 de setembro de 2023. Acesso em: 01 de setembro de 2023.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

Falta de saneamento básico no Brasil: uma verdade mais do que inconveniente | G1 - Natureza - Nova Ética Social (globo.com). Acesso em: 12 de agosto de 2023.

FERRARI, M. A. M.; VIEIRA, R. E.; FERNANDES, A. L. T.; FERREIRA, P. A. Abastecimento público por meio de águas subterrâneas em cidades do interior de São Paulo. **Revista DAE**, v. 209, p. 16-24, 2016. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

FERREIRA, Kássia Crislayne Duarte et al. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 277-286, 2015. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Turismo. Disponível em: <<http://www.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=223800&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=NOT%C3%>>. Acesso em: 09 de julho. 2023.

Gasparini, A. M. (2020). **Crise hídrica no Brasil: impactos à saúde e ao meio ambiente**. Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde, 10(1), 2-7. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

<https://www.prefeiturademossoro.com.br/noticia/estabelecimentos-comerciais-devem-regularizar-chafarizes-eletronicos-para-venda-de-agua>. Acesso em 23 de janeiro de 2023.

IBGE. Patu, Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/patu/panorama>. Acesso em: 5 de agosto de 2023.

IBGE. Semiárido Brasileiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html>. Acesso em: 24 ago. 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades@. Rio Grande do Norte: Patu. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/patu/panorama>. Acesso em: 5 de agosto de 2023.

LECLERC, H.; MOREAU, A. **Microbiological safety of natural mineral water**. FEMS Microbiology Reviews, v. 26, n. 2, p. 207-222, 2002. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). Estiagem. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/defesa-civil/desastres-naturais/estiagem>. Acesso em: 06 julho. 2023.

MIRANDA, L. A. S.; MONTEGGIA, L. O. **Sistemas e Processos de Tratamento de Águas de Abastecimento**. Porto Alegre: (s. n.), 2007. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

Nolasco, G. M.; Gama, E. M.; Reis, B. M.; Reis, A. C. P.; Gomes, F. J. S.; Matos, R. P. **Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG**. Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 52–64, 2020. DOI: 10.46636/recital.v2i2.60. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

OLIVEIRA, F. M. S. de. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES DO MUNICÍPIO DE URUBURETAMA, ESTADO DO CEARÁ**. 2019. 45f. Monografia (Bacharel Engenharia Química). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Acesso em: 25 de maio de 2023.

PEIXOTO, F. S. Por uma Geografia das águas: **ensaio sobre território e recursos hídricos no Nordeste Setentrional**. Curitiba: Editora CRV, 2020. Acesso em: 22 de maio de 2023.

Prefeitura Municipal de Patu. História. Disponível em: <https://www.paturn.gov.br/historia>. Acesso em: 12 de abril de 2023.

RIBEIRO, M. C. S.; CAMPOS, M. A. D.; SILVA, T. C. L.; CRUZ, M. S. M. **Abastecimento público de água por meio de poços tubulares no município de Sobral-CE: um estudo de caso**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 7, n. 2, p. 203-219, 2018. Acesso em: 07 de agosto de 2023.

ROCHA, C. V. et al. **Qualidade da água mineral comercializada em Recife, Pernambuco.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 3, p. 435-443, 2019. Acesso em: 17 de setembro de 2023.

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. Acesso em: 08 de julho de 2023.

SANTOS, A. M. dos; LIRA, C. S. da S.; LIMA, C. P. B. de. Vulnerabilidade da água subterrânea no município de Lagarto, Sergipe. *Revista DAE*, v. 194, p. 31-41, 2015. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Projeto Cadastro de Águas Subterrâneas do Brasil. Levantamento Hidrogeológico da Folha Patu. Recife: CPRM, 1986. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/7294/LEVANTAMENTO%20HIDROGEOLOGICO%20DA%20FOLHA%20PATU.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 de abril de 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. Acesso em: 28 de agosto de 2023.

SILVA, Franarlly Coelho. **Caracterização físico-química da água mineral comercializada em chafarizes no município de caraúbas - rn.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal do Semi-árido, Caraúbas, Rio Grande do Norte, 2023. Acesso em: 31 de agosto de 2023.

SILVA, F. S. M. **Avaliação da qualidade da água de abastecimento do município de Jaçanã/RN.** 2019. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química), Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2019. Acesso em: 22 de junho de 2023.

Silva et al. 2017. **Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental (Pombal -PB -Brasil), v. 11, n.01, p.36 -41, jan-dez, 2017. Acesso em: 17 de setembro de 2023.

SILVA, E. M. da; FERREIRA, V. M. A.; SOUZA, L. A. de; CAMPOS, M. A. D. **Uso de água subterrânea para abastecimento público em municípios de Minas Gerais.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 1, p. 61-72, 2016. Acesso em: 02 de agosto de 2023.

SOARES, F. M.; SILVA, L. S.; SANTOS, M. F. dos. **Aproveitamento de água subterrânea na cidade de Natal, Rio Grande do Norte.** In: III Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos do Nordeste, 2016, Maceió. Anais... Maceió: ABRH, 2016. Acesso em: 22 de abril de 2023.

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Vol. 1. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Acesso em: 29 de maio de 2023.

VIALLE, C. et al. Monitoring of water quality from roof runoff: Interpretation using multivariate analysis. **Water Research**, v. 45, n. 12, p. 3765-3775, 2011. Acesso em: 10 de julho 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: 21 de agosto de 2023. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

UNITED NATIONS. **Sustainable Development Goal 6: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.** Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>. Acesso em: 06 agosto. 2023. Acesso em: 06 de agosto de 2023.