



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE – CES
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA – UABQ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ISMAEL RODRIGUES BERTO

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUAS DA REGIÃO DE
CONCEIÇÃO – PB**

CUITÉ-PB

2023

ISMAEL RODRIGUES BERTO

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUAS DA REGIÃO DE
CONCEIÇÃO – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* Cuité, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Fabián Velardez

CUITÉ – PB

2023

B545a Berto, Ismael Rodrigues.

Análise físico-química em água da região de Conceição - PB. / Ismael Rodrigues Berto. - Cuité, 2023.
61 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.
"Orientação: Prof. Dr. Gustavo Fabián Velardez".

Referências.

1. Água. 2. Água - análise físico-química. 3. Água - Conceição - PB. 4. Água - potabilidade. 5. Reservatório - água - Conceição - PB I. Velardez, Gustavo Fabián. II. Título.

CDU 556(043)


ISMAEL RODRIGUES BERTO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUAS DA REGIÃO DE CONCEIÇÃO – PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Cuité, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Trabalho aprovado em 23 de novembro de 2023.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **GUSTAVO FABIAN VELARDEZ**
Data: 06/12/2023 10:27:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Fabián Velardez
Orientador (CES/UFCG)



Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva
Examinador (CES/UFCG)

Documento assinado digitalmente
 **MARCIANO HENRIQUE DE LUCENA NETO**
Data: 06/12/2023 18:28:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.º Dr. Marciano Henrique De Lucena Neto
Examinador (CES/UFCG)

A Deus pela a graça concedida, e à minha família, especialmente aos meus pais Francisco e Maria, por todo apoio, incentivo e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, me dar força e permitir que eu chegasse até aqui.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Francisco e Maria por sempre me apoiar e me incentivar, aos meus irmãos, Ismaiara, Francisca, Natanael, Ismaiane, Francimaria, Muriel, Sobrinhos, João Lucas, Naiara, agradeço aos meus avós em especial a minha vó Marli, por todo carinho e amor.

Ao meu professor orientador Gustavo Velardez, que sempre esteve presente me apoiando, tanto no processo de análises quanto na escrita do TCC, ao grupo da pesquisa.

Aos meus tios, primos, amigos da Residência e Universidade, que estiveram presentes nos momentos bons e ruins durante essa trajetória. A Maysa por contribuir para minha pesquisa, ajudando – me na coleta das amostras.

Aos professores Paulo Sérgio e Marciano, por aceitarem ao convite para comporem a banca do TCC. A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica.

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram e me apoiaram ao longo dessa caminhada.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

(José Alencar)

RESUMO

A água para consumo deve estar conforme os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (MS). Dessa forma, o presente trabalho apresenta uma investigação, através de análises de parâmetros físico-químicos, sobre a potabilidade da água da região de Conceição-PB, para fornecer informações relevantes sobre a qualidade da água distribuída para o abastecimento da cidade e zona rural. A metodologia envolveu a coleta de cinco amostras de água, localizadas no açude do Condado, açude de Serra Vermelha, e Poço Tubular. Os parâmetros estudados foram pH, condutividade, alcalinidade, dureza total, turbidez e cloretos. A determinação da potabilidade foi baseada nos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Portaria nº 5/2017 e nº 888/2021. Foi possível observar que dentre as fontes de águas analisadas, a água do açude Condado e do Poço Tubular atenderam a todos os parâmetros de potabilidade estabelecidos pelo MS que foram analisados. No entanto, a água do açude Serra Vermelha apresentou valores fora dos padrões estabelecido pelo Ministério da saúde. Os resultados deste estudo contribuem para um entendimento mais profundo dos ecossistemas dos reservatórios e auxiliam no desenvolvimento de práticas de gestão da água sustentáveis. Ao identificar os principais fatores que afetam a qualidade da água, este estudo fornece uma base para decisões informadas com o objetivo de preservar e melhorar a integridade ecológica dos reservatórios. As implicações deste estudo se estendem aos campos da ciência ambiental, gestão de recursos hídricos e desenvolvimento de políticas, promovendo a proteção de recursos vitais de água doce.

Palavras-chaves: Potabilidade da água, parâmetros físicos-químicos, ecossistemas de reservatórios.

ABSTRACT

Water for consumption must meet the standards set by the Ministry of Health (MS). In this way, this work presents an investigation, through analysis of physical-chemical parameters, into the potability of water in the Conceição-PB region, in order to provide relevant information on the quality of the water distributed to supply the city and rural areas. The methodology involved collecting five water samples, located in the Condado reservoir, Serra Vermelha reservoir, and Tubular Well. The parameters studied were pH, conductivity, alkalinity, total hardness, turbidity and chlorides. The determination of potability was based on the physical-chemical parameters established by Ordinance No. 5/2017 and No. 888/2021. It was possible to observe that among the water sources analyzed, the water from the Condado reservoir and the tube well met all the potability parameters established by the Ministry of Health that were analyzed. However, the water from the Serra Vermelha reservoir showed values outside the standards set by the Ministry of Health. The results of this study contribute to a deeper understanding of reservoir ecosystems and assist in the development of sustainable water management practices. By identifying the main factors affecting water quality, this study provides a basis for informed decisions aimed at preserving and improving the ecological integrity of reservoirs. The implications of this study extend to the fields of environmental science, water resource management and policy development, promoting the protection of vital freshwater resources.

Keywords: Water potability, physical-chemical parameters, reservoir ecosystems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Município de Conceição – PB.....	29
Figura 2 – Reservatórios hídricos em Conceição – PB: (A) Açude Condado; (B) Açude Serra Vermelha.....	30
Figura 3 – Poço tubular localizado na zona rural do município de Conceição – PB.....	31
Figura 4 – Localização do açude Serra Vermelha e área de coleta da amostra 01.....	31
Figura 5 – Localização do Poço Tubular e área de coleta da amostra 02.....	32
Figura 6 – Localização do açude Condado e área de coleta das amostras 03, 04 e 05....	32
Figura 7 – pHmetro Simpla.....	34
Figura 8 – Condutivímetro mCA-150.....	35
Figura 9 – Gráfico representativo para uso de carbonatos e bicarbonatos, onde os do ácido carbônico são mostrados.....	35
Figura 10 – Fluxograma da análise de alcalinidade.....	36
Figura 11 – Fluxograma da análise de dureza.....	37
Figura 12 – Turbidímetro DLT -WV.....	37
Figura 13 – Fluxograma da análise de Cloretos.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Medidas de pH para as amostras.....	40
Gráfico 2 – Medidas de condutividade elétrica.....	41
Gráfico 3 – Medidas de turbidez.....	43
Gráfico 4 – Medidas da Dureza.....	44
Gráfico 5 – Medidas de alcalinidade.....	45
Gráfico 6 – Medidas de Cloretos.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos de coleta das amostras de água e localização geográfica.....	33
Tabela 2 – Medidas de PH.....	39
Tabela 3 – Medidas de Condutividade Elétrica.....	40
Tabela 4 – Medidas de Turbidez.....	42
Tabela 5 – Medidas de Dureza com 95% de confiança para as amostras.....	43
Tabela 6 – Medidas de alcalinidade com 95% de confiança para as amostras.....	45
Tabela 7 – Medidas de Cloretos com 95% de confiança para as amostras.....	46

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas
ANA	Agência Nacional das Águas
AWWA	<i>American Water Work Association</i>
CE	Condutividade Elétrica
CES	Centro de Educação e Saúde
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
MS	Ministério da Saúde
NET	Negro de Eriocromo T
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez (<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>)
ONU	Organização das Nações Unidas
PB	Paraíba
PET	politereftalato de etileno
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
VMP	Valor máximo permitido
WHO	<i>World Health Organization</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
±	Mais ou menos
°C	Graus Celsius
mL^{-1}	Gramas por litro
H_2O	Água
HCO_3^-	Bicarbonatos
Km	Quilômetro
Km^2	Quilômetro quadrado
m^3	Metro Cúbico
mg.L^{-1}	Miligramas por litro
mL	Mililitro
$\mu\text{mho.cm}^{-1}$	Micromhos por centímetro
$\mu\text{S.cm}^{-1}$	MicroSiemens por Centímetro
PM	peso molecular
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão (ou mg.L^{-1})
mS.m^{-1}	MiliSiemens por metro

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	16
2.0 OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo Geral.....	18
2.2 Objetivos Específicos.....	18
3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 Água.....	19
3.1.1 A água no Brasil.....	19
3.1.2 Uso da água pela a agricultura.....	20
3.1.3 Águas para o consumo humano.....	21
3.2 Aspectos físico-químicos da Água.....	22
3.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	23
3.2.2 Condutividade elétrica.....	24
3.2.3 Alcalinidade.....	25
3.2.4 Dureza total.....	25
3.2.5 Turbidez.....	26
3.2.6 Cloretos.....	27
4.0 METODOLOGIA.....	29
4.1 Local de estudo.....	29
4.2 Amostragem.....	31
4.3 Caracterização dos parâmetros Físico-Químicos.....	34
4.3.1 Determinação do pH.....	34
4.3.2 Determinação de Condutividade elétrica.....	34
4.3.3 Determinação de Alcalinidade.....	35
4.3.4 Determinação de Dureza total.....	36
4.3.5 Determinação da Turbidez.....	37
4.3.6 Determinação do teor de Cloretos.....	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 Caracterização dos parâmetros Físico-Químicos.....	39

5.1.1 Caracterização do parâmetro: pH.....	39
5.1.2 Caracterização do parâmetro: Condutividade Elétrica.....	40
5.1.3 Caracterização do parâmetro: Turbidez.....	42
5.1.4 Caracterização do parâmetro: Dureza total.....	43
5.1.5 Caracterização do parâmetro: Alcalinidade.....	45
5.1.6 Caracterização do parâmetro: Cloretos.....	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1.0 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial e indispensável para o funcionamento do nosso Planeta. Além de ser responsável por sustentar a vida em todas as suas formas, atua como solvente universal, facilitando inúmeras reações químicas e processos biológicos (Tundisi, 2020). O Brasil destaca-se com a presença de uma grande disponibilidade, possuindo uma das maiores reservas de água doce do mundo, no entanto, apresenta problemas quanto à distribuição e qualidade da água (Visentin e Szigethy, 2022).

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA, 2021), a maior parte da água disponível no Planeta é salgada, correspondendo a 97,5% do total de água e não é indicada para consumo, assim, apenas 2,5% é de água doce. Do percentual de água doce, 69% encontra-se em geleiras de difícil acesso, 30% estão armazenadas como águas subterrâneas em aquíferos e 1% está acessível nos rios e lagos (ANA, 2021; ANA, 2019). O consumo de água é duas vezes maior que a capacidade de renovação local dos recursos hídricos para aproximadamente 500 milhões de indivíduos (WWAP, 2017).

O Brasil assume a posição de liderança global em termos de reserva de água doce, correspondendo a cerca de 12% do volume total do Planeta. Essa abundância é maior na Região Norte do país, onde cerca de 80% dos recursos hídricos estão concentrados, apesar de existir apenas 5% da população nacional. Por outro lado, a Região Sudeste e as áreas costeiras, embora habitadas por aproximadamente 45% da população Brasileira, detêm menos de 3% das reservas hídricas do país (ANA, 2019). Outros desafios afetam o acesso e a qualidade hídrica no Brasil, em comunidades rurais, por exemplo, a falta de sistemas para distribuição de água e a ausência de serviços de saneamento básico comprometem o consumo adequado (Firmino et al., 2023).

O uso inadequado dos recursos hídricos contribui na escassez de água para consumo (Visentin e Szigethy, 2022) e atrasam o desenvolvimento econômico sustentável. Esse fato é resultado de diversos fatores, como os problemas do efeito climático, demanda por alimento e bens de consumo, aumento populacional e poluição das águas. Além disso, ações antrópicas estão envolvidas na contaminação de águas superficiais e subterrâneas, causando problemas à saúde humana pelo comprometimento da qualidade da água (De Oliveira et al., 2023). A Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que em algumas décadas a água doce será o recurso natural mais escasso e disputado pela maioria dos países e em condições de uso fácil, não haveria mais do que 0,01% do total de água do Planeta (ANA, 2005).

Nas regiões semiáridas do Nordeste é possível observar a predominância de um clima árido, com escassez de recursos hídricos sujeita a variações imprevisíveis nas chuvas e a presença proeminente de solos escassos em nutrientes, geralmente rochosos (Silva, 2015). A

região Nordeste é a segunda mais populosa do Brasil com cerca de 54,6 milhões de pessoas, vivendo sob o efeito desse clima com períodos curtos de chuvas e longos períodos de estiagem (IBGE, 2022; INSA, 2017). Nessas condições surge a necessidade de construir reservatórios como açudes e barragens, para armazenar água para atender a população por longos períodos de estiagem (Tucci, 2000).

Os reservatórios desempenham múltiplos papéis, incluindo a geração de energia elétrica, a prática de irrigação agrícola, a criação de oportunidades de lazer e uma série de outros benefícios econômicos e científicos que deles se originam (Pedrazzi, 2014). Sob influência de contaminantes, o uso da água é comprometido, uma vez que a qualidade e quantidade da água é alterada (Faustino, 2016; Cardoso, 2017; Arruda, 2015). Nesse contexto, é necessário o monitoramento da qualidade das águas, uma vez que alterações em parâmetros podem comprometer a qualidade de vida dos consumidores (Nascimento, 2009; Brasil, 2017; Brasil, 2021).

Com relação à determinação dos padrões de potabilidade, deve-se levar em consideração uma série de fatores, condições ambientais, sociais, culturais e econômicas que possam influenciar a qualidade da água (WHO, 2017). De acordo com as portarias nº 5/2017, GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde (MS), a qualidade da água destinada para o consumo da população deve atender critérios rigorosos respeitando os padrões físico-químicos e ausência de microrganismos, essas diretrizes são fundamentais para garantir a potabilidade da água (Brasil, 2017; Brasil, 2021).

Diante disso, buscou-se neste trabalho a realização de análises físico-químicas em amostras de água dos açudes Condado, Serra Vermelha e Poço Tubular, que são fontes de abastecimento de água na zona urbana e em uma comunidade rural da cidade de Conceição-PB. As análises realizadas englobam medições de diversos parâmetros físico-químicos, tais como pH, condutividade, alcalinidade, dureza, turbidez e teor de cloro.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água do açude do Condado, açude Serra Vermelha e Poço Tubular, localizados no município de Conceição-PB, através de parâmetros físico químicos observando as normas estabelecidas pelas Portarias nº 5/2017 e nº 888/21 do Ministério da Saúde, e fornecer informações relevantes sobre os parâmetros a serem analisados sobre a qualidade da água que é distribuída para o abastecimento da cidade e zona rural, com o objetivo de contribuir com os órgão competentes e informara a população sobre os riscos do consumo.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar os parâmetros físico-químicos: pH, Condutividade Elétrica, Alcalinidade, Dureza, Turbidez e Cloretos, das amostras de água provenientes dos açudes e Poço Tubular.
- Analisar os resultados obtidos comparando-os aos padrões para potabilidade de água estabelecidos pelo Ministério da Saúde, através das portarias nº 5/2017 e nº 888/2021, Brasil (2017) Brasil (2021).

3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Água

A água, fonte primordial da vida, é o elemento fundamental que possibilitou o surgimento e a sustentação de todas as formas de vida no Planeta, sendo um componente inorgânico essencial para a existência e desenvolvimento de todos os seres vivos (Grassi, 2001).

Com aproximadamente 75% de sua superfície coberta por água, o nosso Planeta poderia ser justamente chamado de “Planeta Água”. Contudo, é importante notar que cerca de 97,5% da água do Planeta é salgada, tornando-a inadequada para consumo direto ou atividades agrícolas. Dos remanescentes 2,5% de água doce, a maior parte (69%) encontra-se em locais de difícil acesso, como geleiras, enquanto 30% estão armazenados no subsolo, restando apenas 1% disponível em rios. Diante dessa distribuição é fundamental administrar com eficiência o uso desse recurso para assegurar que nenhum de seus diversos usos humanos não sejam prejudicados (ANA, 2022).

A importância da água não está relacionada apenas com suas funções na Natureza. Conforme estudos da ONU, a água é considerada como um recurso econômico, uma vez que sua escassez pode estagnar o desenvolvimento de uma nação e levar a degradação dos recursos naturais, causando impacto direto na saúde e segurança de toda uma população, assim como em suas atividades econômicas. (Andreasi, 2003).

Mediante a importância da água para a subsistência humana e o desenvolvimento econômico de um país, é impossível pensar em uma geração futura sem acesso a ela. A crescente escassez hídrica pode ser explicada pelo aumento da população, uso inadequado pelas pessoas e indústrias, nas práticas de desmatamento, tratamento insuficiente de água e esgoto, bem como na má administração por parte dos países em relação a esse recurso (One, 2022).

Diante desse contexto percebe-se a importância do manejo adequado dos recursos hídricos, considerando os seus diversos usos para garantir a água de acordo com a qualidade e quantidade para seus diversos usos (Patemiani, 2001).

3.1.1 A água no Brasil

A localização do Brasil tem uma posição privilegiada no mundo, em termos de abundância de recursos hídricos. Os rios brasileiros apresentam uma vazão média anual em torno de 180 mil metros cúbicos por segundo. Esse número equivale a aproximadamente 12%

da disponibilidade global de recursos hídricos, que é calculado em cerca de 1,5 milhões de metros cúbicos por segundo (Shiklomanov, 2008).

O Brasil é detentor da maior reserva de águas superficiais do Planeta Terra. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a economia brasileira é extremamente dependente de seus recursos hídricos e da biota aquática, através dos benefícios providos pelos ecossistemas aquáticos. Por exemplo, cerca de 70% da energia no país é gerada por meio de usinas hidrelétricas, esta fonte é responsável por 18% da energia elétrica do mundo (EPE, 2018). E a agricultura, que contribui com 25% do PIB nacional (ANA, 2019).

É importante ressaltar que embora o país detenha a maior parte das reservas de água doce do mundo, a distribuição desses recursos não é homogênea. A disposição dos recursos hídricos pelo território é caracterizada por desigualdades, havendo abundância em algumas regiões como na região Amazônica com 70% do total, e escassez em outras como na região Nordeste (Rodrigues, 2015; Brasil, 2016).

A região semiárida do Nordeste, é afetada pela instabilidade climática, apresentando solos rasos pedregosos com baixa capacidade de acumulação satisfatória de água no subsolo, outros fatores como o baixo teor de matéria orgânica, com alta potencialidade para erosão e as irregularidades das chuvas no Semiárido contribuem para a diminuição da disponibilidade de água, a baixa pluviosidade também é um fator relevante, a falta de água é um obstáculo para o homem que muitas das vezes não tem água nem para as suas necessidades básicas (Azevedo, 2015).

Outros problemas relacionados a quantidade e qualidade da água no Brasil, são as péssimas condições sanitárias verificadas em muitas das bacias hidrográficas densamente e desordenadamente ocupadas, resultando na degradação generalizada dos elementos naturais e, obviamente, da qualidade dos recursos hídricos. É um fato comum encontrar esgotos sanitários não tratados, a disposição inadequada de resíduos sólidos nas mediações de cursos de água ou em locais sem infraestrutura adequada, loteamentos clandestinos entre outros (Libânio, 2005).

3.1.2 Uso da água pela agricultura

A agricultura irrigada desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento econômico e social, trazendo consigo uma série de benefícios indispensáveis. Esses benefícios incluem a geração de empregos e renda, a promoção da sustentabilidade tanto econômica quanto ambiental, bem como o combate à fome e à desigualdade social (Pozzebon, 2003).

De acordo com Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação a distribuição da utilização de água na agricultura é um reflexo da sua importância global,

representando a maioria expressiva das captações hídricas em todo o mundo. Além de sua aplicação primordial na irrigação, a água também é destinada à pecuária e à aquicultura, destacando-se variações marcantes em países em desenvolvimento (FAO, 2011).

A agricultura tem sido identificada como um setor de consumo significativo de água, sendo responsável por cerca de 70% do total de recursos hídricos do mundo, destinados à irrigação de aproximadamente 25% das áreas agrícolas globais (FAO, 2017).

O uso de água para irrigação de cultivos pode promover a produção de alimentos, mas também pode reduzir o fluxo dos rios e potencial hidroelétrico (WWAP, 2014). Ademais, a aplicação de agroquímicos, dentro e fora das áreas de irrigação, tem degradado o solo e poluído cursos de água, aquíferos e zonas costeiras (WORLD BANK, 2016).

Projetando o crescimento populacional estimado até o ano de 2030, é previsto um aumento de 50% na demanda por alimentos, o qual se ampliará em cerca de 70% até 2050 (Bruinsma, 2009) isso implica na ampliação de áreas irrigadas e o aumento da demanda por água para o uso agrícola, este cenário evidencia a importância da agricultura irrigada para a produção de alimentos no mundo e a responsabilidade sobre a disponibilidade da água para beneficiar a sociedade, (FAO, 2017).

Portanto, a agricultura irrigada deve ser eficiente no uso da água para garantir sua sustentabilidade ambiental. Para aumentar a eficiência do uso da água na irrigação, podem ser adotadas diversas medidas, como a melhoria da estrutura de irrigação, a gestão adequada do uso da água, a utilização de métodos de manejo da irrigação adequados e a aplicação de técnicas que permitam o aumento da eficiência do uso da água (Coelho, 2005). Essas medidas visam reduzir o desperdício de água, otimizar o uso dos recursos hídricos e promover uma agricultura mais sustentável.

3.1.3 Águas para o consumo humano

A água para o consumo humano é considerada como água potável aquela que é segura, com níveis seguros de substâncias tóxicas e os fatores e organismos patogênicos aceitáveis para o seu uso, garantindo que sua ingestão não resulte em riscos à saúde (Brasil, 2021; Brasil, 2017; Vilar, 2009).

A qualidade da água destinada ao consumo humano requer potabilidade, o que significa que ela deve ser tratada, limpa e livre de qualquer forma de contaminação, seja de origem microbiológica, química, física ou radioativa. É essencial que a água não represente nenhum risco à saúde humana (Brasil, 2004). A grande maioria das doenças relacionadas aos recursos hídricos são resultados da ingestão direta ou indireta da água contaminada, causadas por esgotos

e excrementos humanos que contêm misturas tóxicas, como pesticidas, metais pesados, produtos industriais e uma variedade de outras substâncias. Dessa forma, esses lançamentos de forma irregular podem acarretar consequências graves (Silva, 2020), segundo a (OMS), aproximadamente cerca de 80% das doenças do mundo são provenientes do consumo de água contaminadas (Mendonça, 2009).

Com relação ao acesso à água potável no mundo existem sociedades que enfrentam graves problemas de acesso a água apta para o consumo. Isso resulta em consequências reais e trágicas para a vida das pessoas que vivem nessas comunidades (FAO, 2017). No Brasil, o Ministério da saúde estabelece padrões para a qualidade da água destinada ao consumo humano e seus diversos usos. (Brasil, 2021).

3.2 Aspectos físico-químicos da Água

A água em seu estado puro é descrita como um líquido incolor, insípido e inodoro. No entanto, devido às suas propriedades como solvente e sua capacidade de transportar partículas, é raro encontrar água pura na natureza, uma vez que ela sempre contém uma certa quantidade de impurezas provenientes do ambiente em que está presente (CETESB, 2003).

As propriedades físicas e químicas da água no âmbito estrutural, a configuração química e física das águas são resultado da contribuição de diferentes fontes, incluindo a erosão de solos e rochas, reações subsuperficiais e intervenções humanas, além de processos bioquímicos nos ciclos de organismos, influenciam o transporte, dissolução e transformação de substâncias presentes (CETESB, 2019).

De acordo com Von Sperling (2005), é notável como os fenômenos naturais e interferências humanas podem influenciar na qualidade da água, podendo resultar na liberação de partículas tanto orgânicas como inorgânicas.

Nesse contexto os parâmetros físico químicos e biológicos, desempenham um papel essencial para avaliação dessas características garantindo a qualidade da água para o consumo humano (Almeida, 2010). Os parâmetros físico-químicos são essenciais na avaliação das modificações que podem ocorrer em corpos hídricos devido a introdução direta ou indireta de substâncias, uma vez que a presença de certas substâncias químicas, mesmo em concentrações baixas, pode restringir ou até mesmo inviabilizar seu consumo com (D'Aguila, 1996; Von Sperling, 2005).

Com relação aos parâmetros da qualidade da água elas devem atender as normas nacionais ou internacionais mais recentes, tais como o "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (SMWW), elaborado pela *American Public Health Association*

(APHA), *American Water Works Association* (AWWA) e *Water Environment Federation* (WEF), diretrizes da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), normas publicadas pela *International Standardization Organization* (ISO) e metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2004).

No contexto Brasileiro, as diretrizes referentes à qualidade da água para destinada para o consumo humano são estabelecidas pela portaria nº 5/17 e nº 888/21 do ministério da Saúde (Brasil, 2021; Brasil, 2017). Essas normas têm como objetivo assegurar a proteção da saúde pública, regulando a presença de substâncias potencialmente prejudiciais à saúde como micro-organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou venosas radioativas.

Dessa forma, a análise físico-química da água oferece uma avaliação precisa e abrangente das características da água em questão, tornando-se uma abordagem vantajosa para a avaliação da qualidade da água (Cruz, 2007).

3.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

De acordo com (Sawyer, 2002), o pH, representa o potencial hidrogeniônico, é empregado para indicar o caráter ácido ou alcalino de uma solução, servindo como um meio de quantificar a concentração do íon hidrônio (H_3O^+) na solução (Dezotti, 2008). O pH é definido como um parâmetro químico que reflete o equilíbrio existente entre os íons H^+ e íons OH^- e é expresso em uma escala que varia de 1 a 14, para uma temperatura de 25°C.

Esse parâmetro indicará uma condição de acidez, $pH < 7$, neutralidade, $pH = 7$ ou basicidade, $pH > 7$ para a água (SEDUC-CE, 2022). A variação do pH da água é influenciada tanto por suas características naturais como, dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricas, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, quanto por fatores externos como o despejo de esgotos domésticos e industriais, devido a oxidação da matéria orgânica e a lavagem ácida de tanques que podem impactar sua composição, podendo assim alterar o pH de forma significativa. (Von Sperling, 2005).

As regulamentações pertinentes ressaltam a importância do pH na gestão ambiental e no fornecimento de água para consumo humano, a portaria nº 888/2021 estabelece que água esteja com o pH na faixa de 6,0 a 9,5 (Brasil, 2021).

Portanto, a medida do pH é um dos testes mais importantes para a caracterização físico-química da água (CETESB, 2003). Essa medida é amplamente utilizada em todas as etapas do tratamento de efluentes e de água potável. O valor do pH desempenha um papel crucial na distribuição das formas livre e ionizada de diferentes compostos químicos, além de influenciar

a solubilidade das substâncias e definir o potencial de toxicidade de vários elementos. (Santos, 1997).

3.2.2 Condutividade elétrica

A análise da condutividade elétrica (CE) se baseia na capacidade de uma solução conduzir corrente elétrica, sendo determinada pela concentração e pelas características das diferentes espécies químicas presentes na solução que dissociam em cátions e ânions (RADIOMETER ANALYTICAL, 2004). Quanto maior a quantidade de íons, maior a sua condutividade elétrica (Holanda, 1997). Uma CE elevada significa que a água apresenta características corrosivas. (Buzelli, 2013).

A CE da água é fortemente influenciada pela temperatura, portanto, é fundamental que os dados de condutividade sejam registrados juntamente com a temperatura na qual foram medidos. Para fins de comparação de dados de condutividade elétrica, é aconselhável estabelecer uma das temperaturas de referência, como 20 °C ou 25 °C, (Pinto, 2007).

As águas naturais geralmente exibem valores de condutividade elétrica que permanecem abaixo de 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (microSiemens por centímetro), são consideradas potáveis, visto que possuem pequenas concentrações de sais dissolvidos, os principais sais que contribuem para a condutividade elétrica da água são: sódio, cálcio, potássio, cloretos, carbonatos e bicarbonatos (FUNASA, 2014).

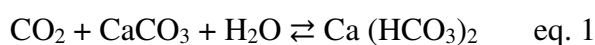
Em corpos de água que sofrem contaminação por efluentes domésticos, tais como os esgotos, e efluentes industriais, esses valores podem aumentar significativamente, variando entre 100 a 1.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Gasparotto, 2011; Libânio, 2005). É importante observar que variações na condutividade, torna à água desagradável ao paladar, além disso pode causar corrosão nas tubulações. Embora o consumo não represente risco imediato para a saúde, ao longo prazo o consumo de altas concentrações de sais pode levar ao acúmulo no organismo, favorecendo a formação de cálculos renais (Lôndero, 2010).

No contexto da legislação Brasileira, não há um limite superior estabelecido para a condutividade da água que seja considerada aceitável. No entanto, em alguns países, existem normas que definem limites máximos de (CE) na Escócia, de acordo com o manual técnico Nacional, o valor máximo permitido para a CE da água destinada para o consumo humano é de 2500 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Scotland, 2014). na Austrália, o Manual Técnico Nacional recomenda o máximo de 400 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para consumo humano (Waterwatch Australia, 2005).

3.2.3 Alcalinidade

A alcalinidade indica a quantidade de íons presentes na água capaz de neutralizar íons (H^+) ácido, sendo representada principalmente pelos os íons bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}), e hidróxido (OH^-), que atuam como os principais componentes contribuintes da alcalinidade da água que atuam como tampão (Farias, 2006; Lenzi, 2012).

os carbonatos, que são menos solúveis, dissolve-se na água devido a sua passagem pelo solo, se esse solo for rico em calcário, o gás carbônico da água o solubiliza, transformando-o em bicarbonato (CETESB, 2019). Conforme a reação:



Essas flutuações na alcalinidade podem apresentar desafios significativos no controle da qualidade da água, especialmente devido à instabilidade do pH, o que pode resultar em problemas como corrosão, incrustações e impactos ambientais adversos, conforme (Yan, 2008).

A Portaria nº 5/2017 como também a portaria 888/2021 não estabelecem valores máximos para esse parâmetro (BRASIL, 2021; BRASIL, 2017). No entanto, A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) informa que, em águas para consumo, os valores máximos de alcalinidade de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos são, respectivamente: 0,0, 125, e 250 $mg \cdot L^{-1}$ de $CaCO_3$, (FIESP, 2005). Além disso, de acordo com (FUNASA, 2014) às águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mgL^{-1} de $CaCO_3$.

A distribuição de alcalinidade na água (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos) está relacionada ao seu pH, pH > 9,4 (hidróxidos e carbonatos); pH entre 8,3 e 9,4 (carbonatos e bicarbonatos); e pH entre 4,4 e 8,3 (apenas bicarbonatos) (Machado, 2006).

Além disso valores mais elevados podem estar relacionados a processos de decomposição de matéria orgânica, atividade de micro-organismos, com liberação e dissolução de gás carbônico (CO_2) lançamento de efluentes industriais. É importante ressaltar que a alcalinidade da água não possui um significado sanitário relevante, sendo assim, não é contemplada pelo padrão de potabilidade brasileira (Brasil, 2021).

3.2.4 Dureza total

A dureza da água é principalmente causada pela presença de sais metálicos dos cátions de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (Santos et al., 2018). Outros metais, como bário, estrôncio, ferro, manganês e zinco, podem estar presentes na água, geralmente na forma de complexos

moleculares (Santos, 2007). A principal fonte de dureza nas águas é a sua passagem pelo solo (dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água) (CETESB, 2019).

A dureza da água pode ser classificada em temporária e permanente, a dureza temporária, também conhecida como dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Essa resiste aos sabões e pode formar incrustações.

Além disso, ela é chamada de temporária porque os bicarbonatos se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis quando expostos ao calor, o que leva à precipitação desses compostos (Dube, 2022; FUNASA, 2013). Já a dureza permanente, também conhecida como dureza de não-carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio. Essa forma de dureza também é resistente à ação dos sabões, mas não produz incrustações devido à alta solubilidade desses sais na água. Ao contrário dos bicarbonatos, os sais de cálcio e magnésio presentes na dureza permanente não se decompõem sob a ação do calor (Abdalla, 2010).

Segundo (FUNASA, 2014), a dureza pode ser classificada de acordo a concentração de CaCO_3 :

Água mole: quando a dureza é menor que 50 mg.L^{-1} de CaCO_3 ,

Água de dureza moderada, quando a dureza está no intervalo de 50 a 150 mg.L^{-1} de CaCO_3 ,

Água Dura quando a dureza está compreendida entre 150 e 300 mg.L^{-1} de CaCO_3 . Valores acima de 500 mg.L^{-1} inviabiliza a potabilidade.

A presença de águas duras pode ser problemática devido o sabor desagradável, além de causar interferência na eficiência dos produtos de limpeza, como o sabão, resultando em um consumo maior e deixando resíduos insolúveis na pele, pias, banheiras e azulejos do banheiro (Cotton, 1968).

Por essa razão o padrão de potabilidade estabelecido pelo MS é de 300 mg/L sendo o valor máximo permitido (VMP) para a dureza total (Brasil, 2021). Vale ressaltar que a água com alta dureza é frequentemente associada a efeitos laxativos e sabor desagradável (Zavan, 2012).

3.2.5 Turbidez

A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido, essa turbidez é causada pela presença de materiais em suspensão, como argila, silte, matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e

outros organismos microscópicos (Libânio, 2016). Além disso, é considerada um parâmetro indireto que indica a qualidade da água para abastecimento público. A presença de materiais em suspensão na água pode afetar sua clareza e transparência, além de influenciar na presença de microrganismos e substâncias indesejáveis. Portanto, a quantificação da turbidez é importante para avaliar a qualidade da água e garantir sua adequação para consumo humano (CETESB 2015; Parron, 2011).

A origem da turbidez pode ser tanto natural quanto antropogênica. No caso das formas naturais, a principal contribuição provém dos materiais em suspensão carregados pelos solos, especialmente os matérias que podem ser de origem orgânica como também inorgânica e ocorre por dois fatores preponentes, a erosão do solo da bacia e dos efluentes domésticos e industriais (Brasil, 2006; CETESB, 2019).

Com relação a variação na turbidez da água pode causar interferência na vida aquática, podendo afetar a fotossíntese de plantas, além de prejudicar algumas espécies de peixes afetando diretamente a cadeia alimentar (Wilson, 2010). Além disso, a presença de material suspenso e dissolvido na água pode ser prejudicial, estes não devem estar presentes na água para consumo humano como também para uso na indústria de alimentos devido ao aumento da probabilidade de desenvolvimento de microrganismos ou presença de matéria orgânica e substâncias tóxicas (Lamas, 2015).

A Portaria GM/MS N°888, 2021 determina que para a turbidez, o valor máximo permitido (VMP) é de 5,0 NTU (Unidade Nefelométrica de turbidez) (Brasil, 2021).

3.2.6 Cloretos

Os cloretos estão naturalmente presentes em todas as águas, variando em concentrações, águas provenientes de montanhas e terras altas geralmente possuem baixos teores de cloretos, enquanto águas de rios e aquíferos podem conter quantidades consideráveis deste ânion (Cervo, 2001).

Esse ânion, é o principal responsável pelo sabor salgado da água, mas isso depende da sua concentração e dos outros íons que estão presentes. O sabor salgado é percebido em concentrações superiores a 250 mg.L^{-1} quando o cátion predominante é o sódio (Na^{+2}). No entanto, quando os cátions predominantes são o cálcio (Ca^{+2}) e o magnésio (Mg^{+2}), o sabor salgado só será percebido pelo paladar em concentrações superiores a 1000 mg.L^{-1} (APHA, 2017).

As alterações no meio ambiente através de despejos domésticos, fertilizantes e esgoto industrial, promovem e comprometem a qualidade da água para irrigação, quando esse íon penetra no solo, ocorre a incorporação pelos vegetais causando intoxicação (Holanda,1997; Von Sperling, 2005).

Para o consumo humano quando na maioria das vezes a água que apresenta teores de cloretos acima de 1000 mg.L^{-1} é considerada salinizada sendo desta forma impréstável para o consumo humano, além disso altos teores de cloretos na água quando ingerida pode causar efeito laxativo, Segundo o Ministério da Saúde , em sua portaria nº 888/2021, o valor máximo permitido é em águas para o abastecimento, é 250 mg.L^{-1} .

4.0 METODOLOGIA

4.1 Local de estudo

A seleção das fontes a serem analisadas se refere aos maiores reservatórios de água do município de Conceição - PB, bem como a um poço como fonte alternativa, responsáveis por abastecer a população local e comunidades da zona rural. Por isso, a análise dessas águas é crucial para determinar a qualidade da água consumida pela população.

A primeira etapa foi realizada na cidade de Conceição, Paraíba, com a coleta dos materiais. O município de Conceição-PB está localizado na microrregião de Itaporanga, no Nordeste do Brasil (Figura 1). Com coordenadas geográficas de 38° 30' 32" longitude oeste, 07° 33' 43" de latitude sul e altitude de 470 m, apresenta uma área territorial de 580,650 km² e população estimada em 18.260 mil habitantes (IBGE, 2023). A vegetação na região é de Caatinga, com clima semiárido e índices de chuvas anuais irregulares, o que implica em adaptações para lidar com o período de estiagem. Os solos na região são predominantemente derivados da decomposição e desintegração das rochas cristalinas do embasamento, a maioria desses solos é classificada como Podzólico Vermelho-Amarelo, com uma composição de areia e argila. Existem também áreas onde se encontram latossolos e em locais específicos, solos aluviais. A construção de poços e açudes é comum na região, principalmente pelos agricultores familiares para uso na irrigação dos sistemas de produção, para consumo próprio e criação de animais.

A figura 01 mostra o mapa da Paraíba destacando a localização do Município de Conceição.

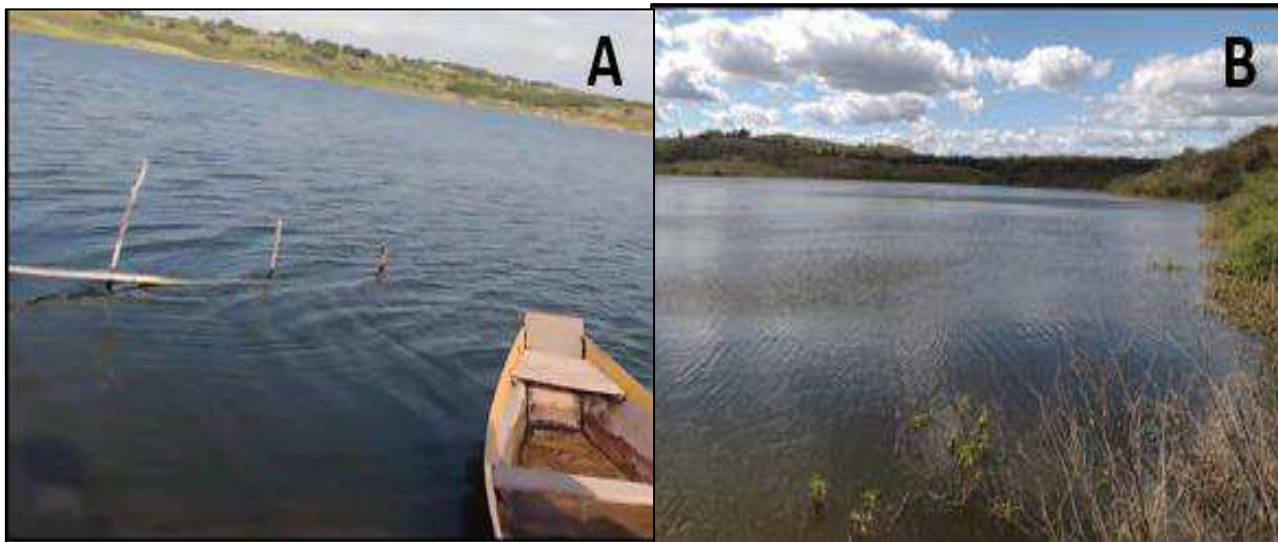
Figura 1: Localização do Município de Conceição – PB



Fonte: CPRM (2005).

Foram feitas coletas no açude Condado, açude Serra Vermelha e em um Poço Tubular, localizados no município de Conceição-PB, fontes de abastecimento local, Figura 2 A e B.

Figura 2: Reservatórios hídricos em Conceição – PB: (A) Açude Condado; (B) Açude Serra Vermelha



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O açude Condado é um dos principais reservatórios de água do Vale do Piancó, cuja capacidade máxima de armazenamento corresponde a 35.016.000,00 m³, no entanto, atualmente apresenta volume de 11.193.600 m³ (31,97%) (AESAs, 2023). Dentre as finalidades do açude Condado, destaca-se a função de tornar constante o fluxo de água no leito do Rio Piancó, na qual favorece a manutenção de cultivos nas proximidades do rio (LIMA et al., 2016). A capacidade de armazenamento do açude da Serra Vermelha é menor, com 11.801.173,00 m³, porém encontra-se atualmente em situação de observação pela AESA, com apenas 6,80% de sua capacidade total (AESAs, 2023). Ambos os reservatórios pertencem à bacia hidrográfica do Rio Piancó e são monitorados pela Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESAs), na qual desempenha o papel de verificar a qualidade das águas superficiais utilizadas para o consumo humano (LIMA et al., 2016).

A terceira fonte de coleta trata-se de um Poço Tubular (Figura 3) localizado na zona rural do município de Conceição-PB, na qual abastece uma parte da comunidade do sítio Olho D'aguinha. Os poços tubulares são fontes hídricas subterrâneas muito aplicadas como tecnologia para lidar com a seca nas regiões semiáridas.

Figura 3: Poço tubular localizado na zona rural do município de Conceição – PB



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

4.2 Amostragem

Foram realizadas a coleta de 5 amostras de água de reservatórios hídricos localizados na cidade de Conceição-PB, as quais incluem: amostra 01, retirada no açude Serra Vermelha (Figura 4), amostra 02 retirada do Poço Tubular (Figura 5) e amostras 03, 04 e 05 coletadas no açude Condado (Figura 6) em três pontos diferentes (área central do açude, parede e sangrador). Para isso, utilizou-se de canoa para se deslocar até os diferentes pontos de coleta.

Figura 4: Localização do açude Serra Vermelha e área de coleta da amostra 01



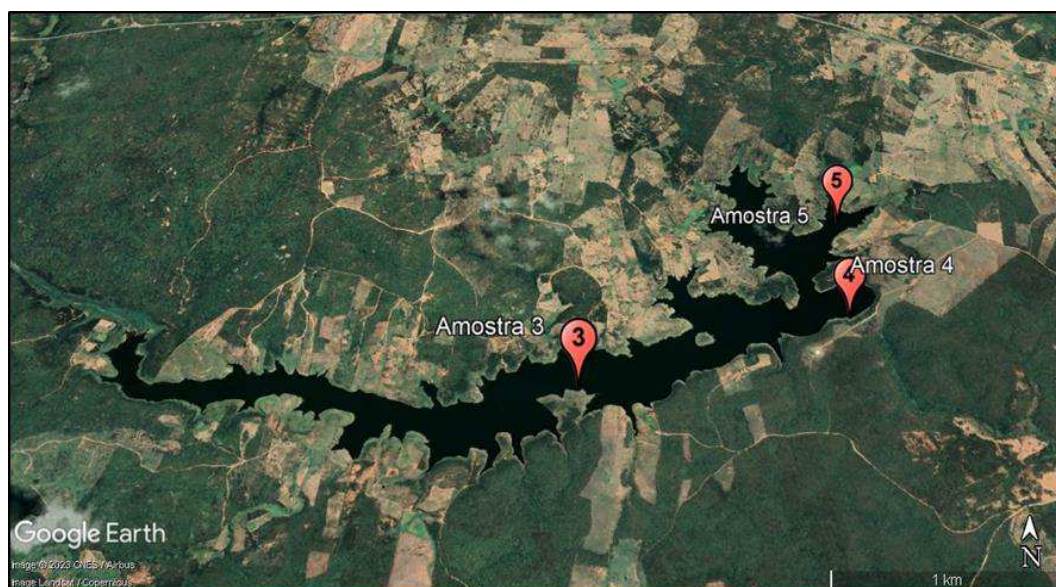
Fonte: Adaptado do Google Earth Pro (2023).

Figura 5: Localização do Poço Tubular e área de coleta da amostra 02



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro (2023).

Figura 6: Localização do açude Condado e área de coleta das amostras 03, 04 e 05



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro (2023).

As amostras foram armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 2,0 L, previamente higienizadas com enxágue por três vezes. A identificação de cada amostra foi realizada de acordo com cada local de coleta, em seguida, as amostras foram mantidas em refrigeração durante todo período de análises, conforme metodologia de Parron (2011).

Na Tabela 1 estão apresentados os locais de coleta e suas respectivas coordenadas que foram medidas através do Google Earth Pro (2023).

Tabela 1. Pontos de coleta das amostras de água e localização geográfica

Amostras	Local de coleta	Coordenadas geográficas
01	Açude Serra Vermelha	7°32'43"S 38°31'19"W
02	Poço Tubular	7°26'34"S 38°29'57"W
03	Açude Condado (Área central)	7°33'47"S38°33'38"W
04	Açude Condado (Parede)	7°33'23"S38°32'53"W
05	Açude Condado (Sangrador)	7°33'19"S38°32'58"W

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

4.3 Caracterização dos parâmetros Físico-Químicos

A segunda etapa da pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Química Geral e Inorgânica e no Laboratório de Química Analítica, no Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *campus* Cuité-PB. Foram avaliados nas amostras de água os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), alcalinidade, dureza total, turbidez e teor de cloretos. Para isso, as metodologias aplicadas baseiam-se nas metodologias de APHA et al. (2017), FUNASA (2013) e PARRON et al. (2011).

4.3.1 Determinação do pH

Para medir o pH das amostras utilizou o pHmetro da marca Simpla, pH 140 (Figura 7), o pHmetro foi previamente calibrado com solução padrão a pH, ácido $4,01 \pm 0,01$, neutro $7,01 \pm 0,01$ e $10,01 \pm 0,01$ básico, a uma temperatura de 25°C (APHA, 2006).

Figura 7: pHmetro-Simpla



Fonte; Dados da pesquisa (2023).

4.3.2 Determinação de Condutividade elétrica

As medições de condutividade elétrica (CE) foram realizadas usando um condutivímetro MS TECNOPON, modelo mCA-150/Mca, que foi previamente calibrado com uma solução padrão de cloreto de potássio (KCL) com uma condutividade de $146,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1} \pm 0,5\%$, com uma temperatura padronizada de 25°C (MS TECNOPON, 2020).

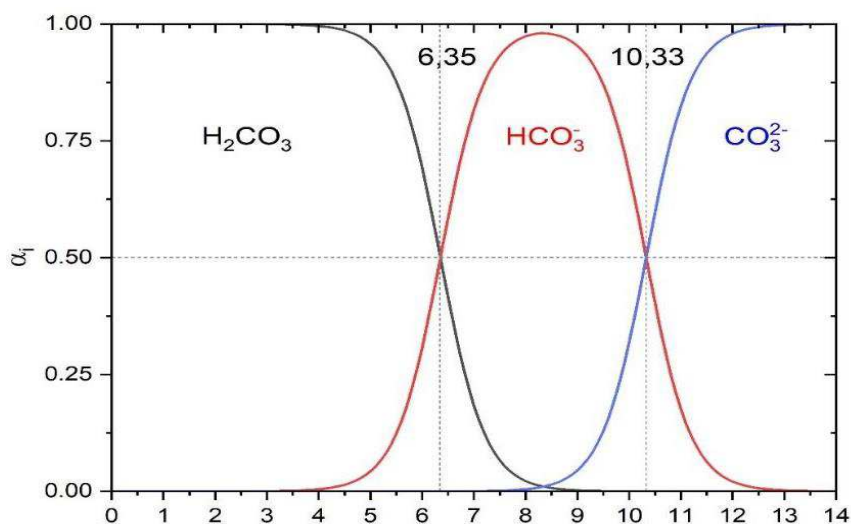
Figura 8: Condutivímetro mCA-150

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

4.3.3 Determinação de Alcalinidade

A determinação dos carbonatos (CO_3^{2-}) foi realizada através de titulação ácido e base utilizando ácido clorídrico ou hidróxido de sódio, que foram padronizados conforme o pH da solução. Devido ao pH das amostras está no intervalo 6,30 - 10,32, os carbonatos estão majoritariamente como HCO_3^- (bicarbonatos) (Figura 9).

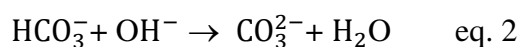
Figura 9: Gráfico representativo para uso de carbonatos e bicarbonatos, onde os pK_a do ácido carbônico são mostrados



Fonte: Skoog et al., (2005).

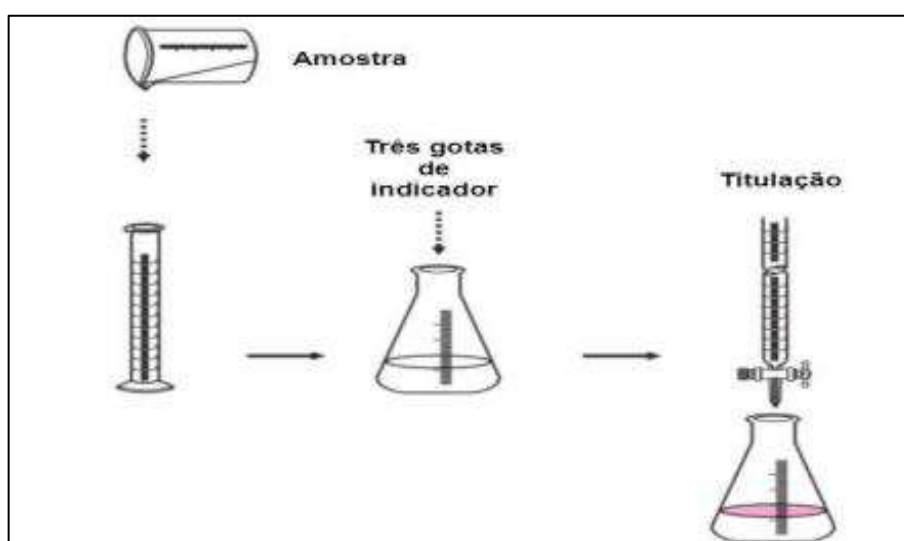
Portanto, esses bicarbonatos foram titulados em triplicatas usando $(10 \pm 0,1) \text{ mL}^{-1}$ da amostra com NaOH , de concentração igual a $(0,00101 \pm 0,00004) \text{ mol.L}^{-1}$, utilizando

fenolftaleína como indicador, a reação durante a titulação pode ser representada pela seguinte equação:



Os valores de alcalinidade foram expressos em miligramas por Litro (mg.L^{-1}) de carbonato de cálcio (CaCO_3) (FUNASA, 2014; SKOOG et al., 2010). A (Figura 10) ilustra o fluxograma da análise de alcalinidade.

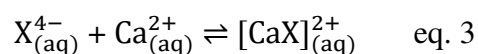
Figura 10: Fluxograma da análise de alcalinidade



Fonte: Adaptado de FUNASA (2013).

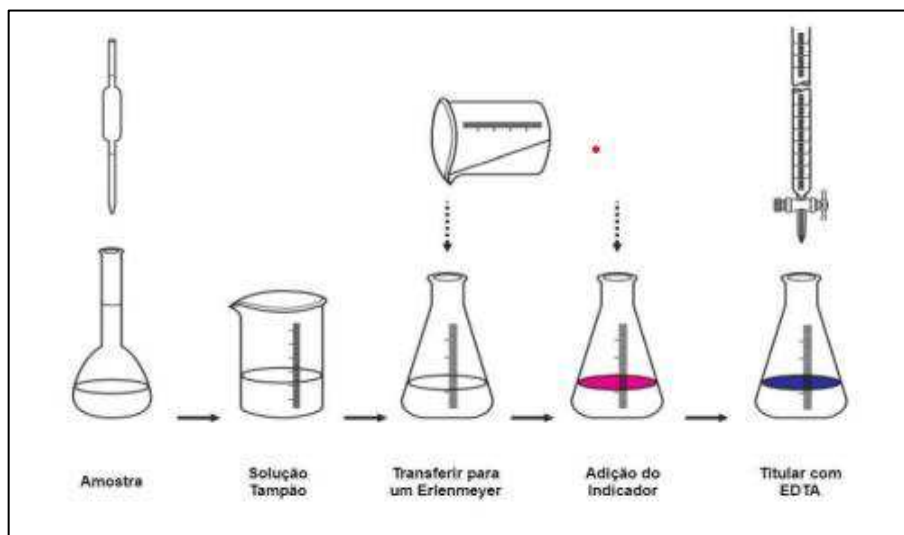
4.3.4 Determinação de Dureza total

Para analisar a dureza da água, o método empregado foi à volumetria de complexação onde as concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} , foram medidas em triplicatas utilizando $(10 \pm 0,1)$ mL da solução tampão com $(10 \pm 0,1)$ mL da amostra, e expressas em mg.L^{-1} de CaCO_3 e MgCO_3 (Figura 11). O indicador usado para medir a dureza total foi o negro de Eriocromo T (NET) a $\text{pH} = 9$, enquanto a determinação de Ca^{2+} ocorreu a $\text{pH} = 12$, com o indicador de murexida. A diferença entre as concentrações de NET e murexida resultou na concentração de Mg^{2+} . Em ambos os processos, o titulante foi o ânion etilenodiaminotetraacetato (EDTA) com concentração igual a $(0,015 \pm 0,002)$ mol.L^{-1} (APHA – AWWA – WEF, 2017; Luna, 2013; SKOOG et al., 2005).



Onde X^{4-} representa o EDTA desprotonado: $C_{10}H_{12}N_2O_8^{4-}$. A forma ácida é do EDTA representada H_4Y , ácido etililenodiaminotetraacético ($H_4X = H_4C_{10}H_{16}N_2O_8$) (SKOOG et al., 2005).

Figura 11: Fluxograma da análise de dureza



Fonte: Adaptado de FUNASA (2013).

4.3.5 Determinação da Turbidez

As medidas de turbidez foram executadas utilizando um turbidímetro da marca DEL LAB, modelo DLT-WV, onde foi previamente calibrado utilizando soluções padrões, com os valores variando de $0,00 \leq NTU \leq 1000$ NTU (FUNASA, 20214).

Figura 12: Turbidímetro DLT -WV



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

4.3.6 Determinação do teor de Cloretos

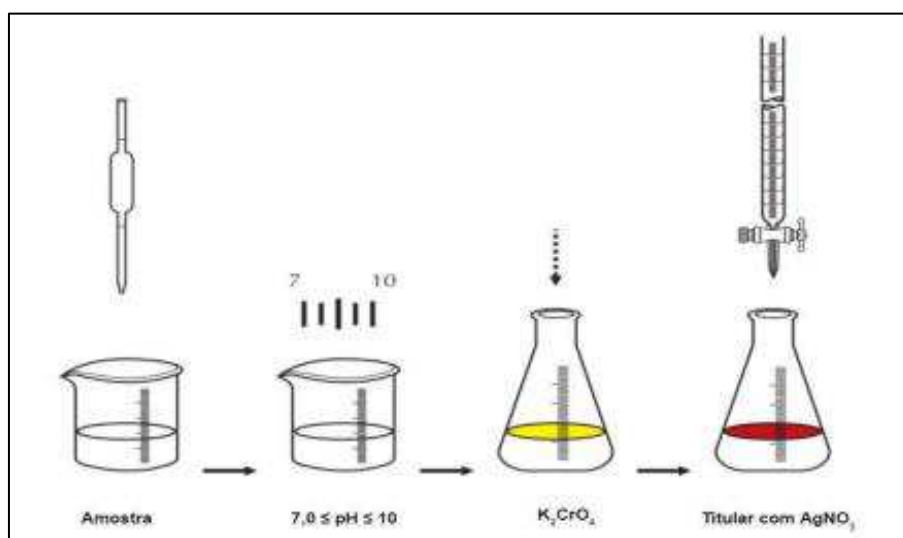
As medições do teor de cloreto em água foram feitas em triplicatas, utilizando o método de Mohr; onde foi realizado titulações de precipitação com íons de prata Ag^+ . O titulante utilizado foi uma solução de nitrato de prata (AgNO_3) com concentração igual a $(0,010236 \pm 0,000003) \text{ mol.L}^{-1}$, como pH, $7 \leq \text{pH} \leq 10$. Em seguida foram adicionadas algumas gotas de uma solução de cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador.

Reação:



Os resultados das titulações foram expressos em concentração de cloro e em miligramas por litro mg.L^{-1} de Cl, considerando que a massa atômica do cloro é de ($\text{MA} = 35,45 \text{ g/mol}$) (SKOOG et al., 2005; PHA – AWWA – WEF, 2017).

Figura 13: Fluxograma da análise de Cloretos



Fonte: Adaptado de FUNASA (2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos parâmetros Físico-Químicos

Após a realização das análises, os resultados estão apresentados em tabelas e gráficos seguindo as seguintes caracterizações:

5.1.1 Caracterização do parâmetro: pH

Por meio de análises, verificou-se que as medidas das águas variaram em um intervalo de 7,49 a 8,70, estando, portanto, em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade recomendado para o parâmetro pH. Os resultados referentes às medidas de pH para as amostras de águas da região de Conceição – PB encontram-se na Tabela 2 e gráfico 1.

Tabela 2: Medidas de pH

Amostras	pH
Valor máximo permitido pelo MS	$6,0 \leq \text{pH} \leq 9,5$
Amostra 01 (Serra Vermelha)	$8,70 \pm 0,01$
Amostra 02 (Poço Tubular)	$7,48 \pm 0,01$
Amostra 03 (Condado, Meio)	$7,82 \pm 0,01$
Amostra 04 (Condado, Parede)	$7,76 \pm 0,01$
Amostra 05 (Condado, Sangrador)	$7,91 \pm 0,01$

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

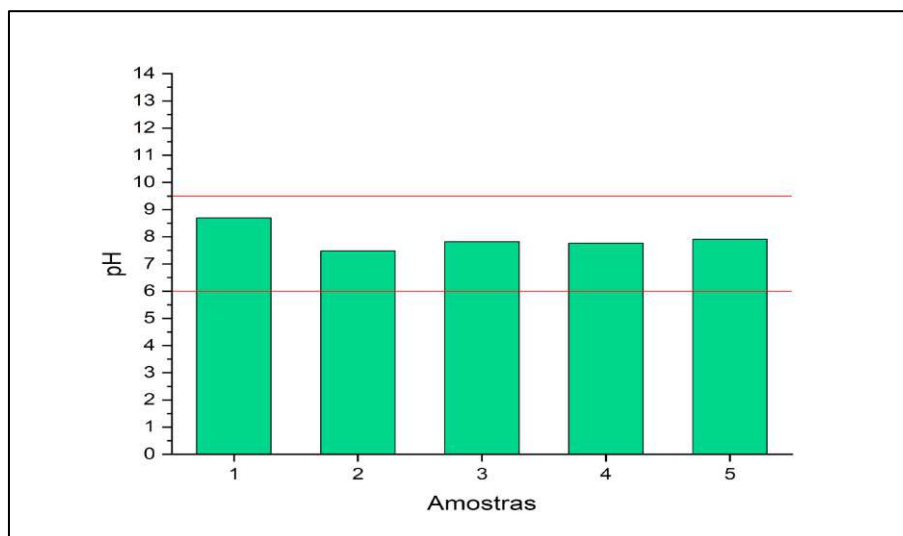
A amostra 01 do açude Serra Vermelha, apresentou o pH igual a 8,70 sendo considerada alcalina, Barbosa (2002), no Semiárido nordestino, devido a precipitação ser menor que a evaporação, é comum encontrar valores de pH superiores a 8,0.

Em trabalho similar (Gomes, 2018) realizados no município de Sousa-PB com água de poços analisadas foi obtido valores próximos à neutralidade e valores básicos entre 7,2 e 8,6, De acordo com Cerqueira (2014), a maioria das águas subterrâneas, em seu estado natural apresentam pH entre 5,5 e 8,5.

Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão ou incrustações dos sistemas de distribuição de água e com o tempo, passam a ser solubilizado nessa água, que posteriormente pode ser ingerida, além disso pode dificultar a descontaminação das águas (CETESB, 2017).

Como pode ser observado no gráfico 1, todas as amostras analisadas estão abaixo e acima dos valores máximos e mínimos estabelecidos pelo MS. De acordo com Parron (2011), frequentemente as águas naturais apresentam pH na maioria sendo ligeiramente alcalina, isso é ocasionado principalmente pela presença de bicarbonatos e carbonatos dos metais alcalinos, e alcalinos terrosos.

Gráfico 1: Medidas de pH para as amostras



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

5.1.2 Caracterização do parâmetro: Condutividade Elétrica

Os valores de CE para as amostras, apresentaram valores máximos e mínimos entre 447 e 724 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, os resultados referentes às medidas de condutividade elétrica (CE) para as amostras de águas da região de Conceição - PB encontram-se na tabela 3 e gráfico 2.

Tabela 3: Medidas de Condutividade Elétrica

Amostras	Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
Valor máximo permitido pelo MS	Não informado
Amostra 01 (Serra vermelha)	595 \pm 2
Amostra 02 (Poço tubular)	724 \pm 5
Amostra 03 (Condado, meio)	447 \pm 6
Amostra 04 (Condado, parede)	447 \pm 5
Amostra 05 (Condado, sangrador)	458 \pm 6

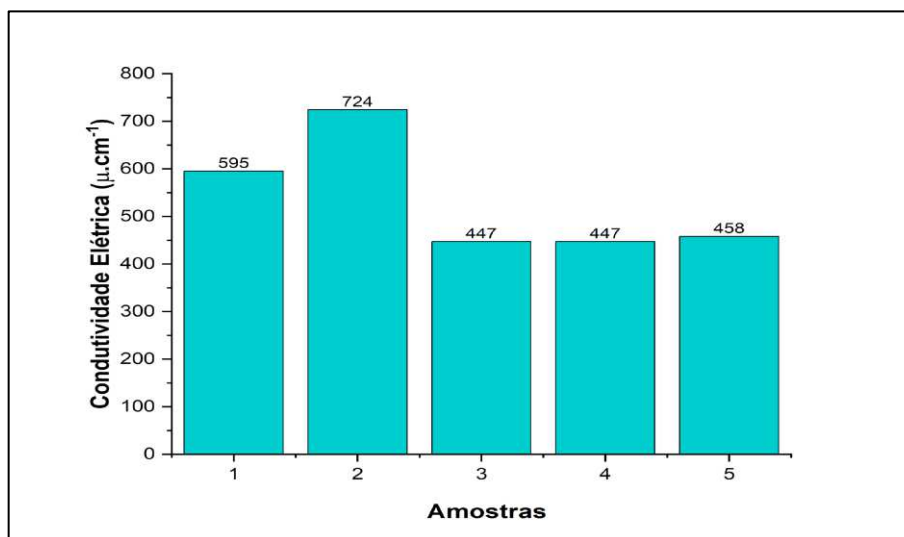
Fonte: dados da pesquisa (2023).

O maior valor para (CE) foi obtido na amostra 02 do poço tubular igual a $724 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e o menor foi encontrado nas amostras 03 e 04 do açude do Condado, ambas $447 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. A água que contém elevados níveis de matéria inorgânica tende a apresentar alta condutividade elétrica, e está ligada diretamente presença de sais das rochas dissolvidos em água Brum (2016), Além disso a CE é influenciada ao pouco volume d'água armazenado em períodos de estiagem, como também em períodos chuvosos, uma vez que esse parâmetro é facilmente influenciado pelo volume de chuvas Esteves (1998); Silva (2019).

Segundo Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade elétrica entre 10 a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, no entanto, ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais, esses valores podem chegar a $1.000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ Brasil (2014).

O gráfico 2 mostra a variação das medidas de condutividade obtidos, no Brasil, não há um limite estabelecido pelo Ministério da Saúde, enquanto que em outros países como Austrália, é recomendado um valor máximo para água de torneira de $400 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Waterwatch Australia, 2005). Já na Escócia, o valor máximo permitido para a CE na água destinada ao consumo humano é $2500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Scotland, 2014).

Gráfico 2: Medidas de condutividade elétrica



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.1.3 Caracterização do parâmetro: Turbidez

Os valores de turbidez das amostras apresentaram seus valores mínimos e máximos entre 0,14 e 26,1.0 NTU, o limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/21 é de 5 NTU, dessa forma, o valor da amostra 01 do açude serra vermelha encontra-se fora do valor máximo estabelecido pela portaria em vigência, A Tabela 4 e o Gráfico 3, apresentam os valores do parâmetro turbidez para amostras das águas.

Tabela 4: Medidas de Turbidez

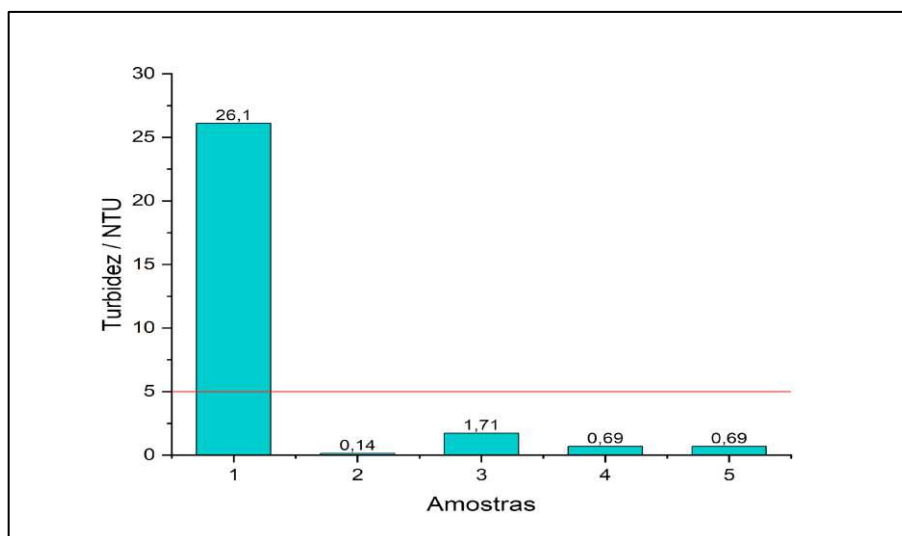
Amostras	Turbidez (NTU)
Valor máximo permitido pelo MS	5.0
Amostra 01 (Serra vermelha)	26,1 ± 0,01
Amostra 02 (Poço tubular)	0,14 ± 0,01
Amostra 03 (Condado, meio)	1,71 ± 0,01
Amostra 04 (Condado, parede)	0,69 ± 0,01
Amostra 05 (Condado, sangrador)	0,69 ± 0,01

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Com relação ao valor da amostra 01 do açude Serra vermelha, altos valores de turbidez podem estar relacionados ao fato de que o referido ponto está localizado na entrada ou na parede, além disso, o período de chuvas, posteriormente, levou matérias como areia, argila, sílica, coloides, como também a presença de matéria orgânica e inorgânica podem ter contribuído para o aumento da turbidez (UFRRJ, 2023). Em amostras de água do açude Grande de Cajazeiras - PB, foram obtidos valores semelhantes de 25,1 NTU (Souza Júnior, 2020).

O resultado obtido na amostra 02 proveniente do poço tubular, apresentou o menor valor de turbidez, está em consonância com as características típicas das águas subterrâneas, esse valor mostra que existe pouca presença de matérias tais como partículas inorgânicas como as argilas, silite, areia, lodo (Richtter, 2002).

De acordo com (Yamaguishi, 2013), essas águas geralmente possuem valores de turbidez inferiores a 1 NTU, esse resultado é consistente com a literatura e demonstra que a água analisada está dentro dos padrões esperados para as águas subterrâneas de boa qualidade. O gráfico 6 mostra a variação da turbidez entre as amostras, destacando a amostra 01 fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo MS.

Gráfico 3: Medidas de turbidez

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

5.1.4 Caracterização do parâmetro: Dureza total

A dureza total é causada pela presença de íons alcalinos terrosos na água, principalmente pela presença de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{+2}), que apresentam concentrações superiores aos demais íons encontrados em águas naturais (Estevam, 2019).

As medições da dureza total das amostras de água da região de Conceição, apresentaram seus valores máximo e mínimo entre 131 mg. L^{-1} e $355 \text{ mg L}^{-1}\text{CaCO}_3$, os valores da dureza total estão expressos na tabela 5 e no gráfico 4.

Tabela 5: Medidas de Dureza com 95% de confiança para as amostras

Amostras	Dureza total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	Dureza Ca^{2+} ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	Dureza Mg^{2+} ($\text{mg.L}^{-1} \text{MgCO}_3$)
VMP	300	–	–
Amostra 01 (Serra Vermelha)	355 ± 71	129 ± 39	190 ± 57
Amostra 02 (Poço tubular)	228 ± 47	131 ± 27	81 ± 16
Amostra 03 (Condado, meio)	131 ± 28	89 ± 24	36 ± 10
Amostra 04 (Condado, parede)	152 ± 20	84 ± 25	57 ± 17
Amostra 5 (Condado sangrador)	192 ± 48	84 ± 15	92 ± 16

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

De acordo com a portaria nº 888 de 04 de março de 2021 o VMP, o valor máximo para parâmetro dureza total é de $300 \text{ mg L}^{-1}\text{CaCO}_3$. A amostra 01 do açude Serra Vermelha, apresenta-se fora dos padrões estabelecido pela portaria em vigência, portanto imprópria para

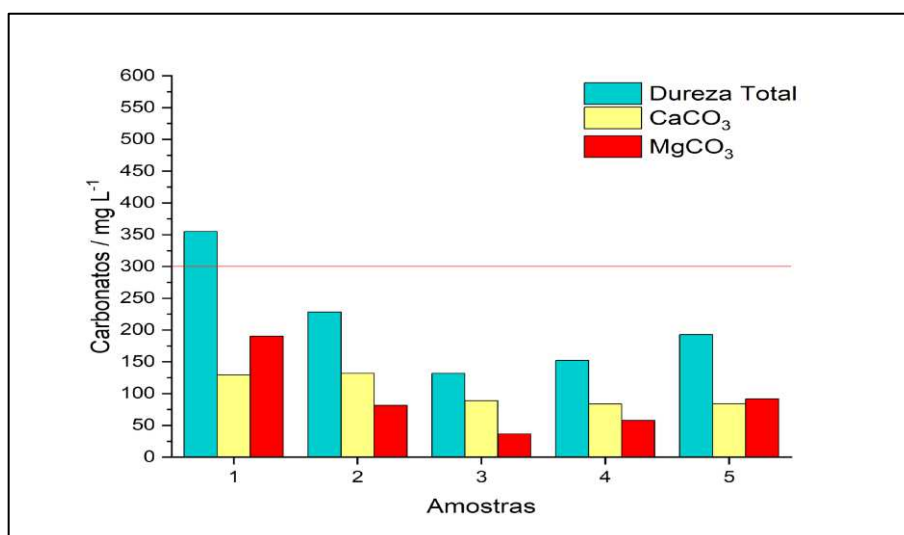
o consumo (Brasil, 2021). Uma possível explicação é que valores de dureza elevados, maiores que 300 mg.L⁻¹ CaCO₃ devem ser levados em consideração que a dureza muitas vezes é natural devido à dissolução de rochas calcárias ricas em cálcio e magnésio, sendo uma característica das regiões semiáridas (Almeida, 2010).

Águas com valores de dureza altos, podem ter como consequência, a diminuição na formação de espuma de sabões e seus diversos usos, além disso, pode ocasionar entupimentos nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à precipitação dos cátions em altas temperaturas (Bagatini; Bonzanini; Oliveira, 2017).

Com relação as concentrações de cálcio e magnésio, as amostras 02, 03 e 04 apresentaram maiores concentrações de (Ca⁺²) maiores que as concentrações de (Mg⁺²), conforme (Garcia, 2010). É comum a presença de cálcio em águas naturais, devido às rochas calcárias e rochas contendo ferro e magnésio. Já nas amostras 01 e 05 as concentrações de (Mg⁺²), foram maiores que as concentrações (Ca⁺²), nessas amostras há mais rochas com magnésio do que cálcio, uma das fontes de magnésio são as rochas graníticas, que é uma característica da região semiárida do Nordeste brasileiro (Maia, 2018).

Conforme o gráfico 4 observa-se que a amostra 01 do açude Serra vermelha encontra-se fora do valor máximo permitido pelo MS.

Gráfico 4 – Medidas da Dureza



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.1.5 Caracterização do parâmetro: Alcalinidade

Os valores encontrados para alcalinidade total das amostras analisadas, apresentaram seus valores mínimo e máximo entre 10 mg.L^{-1} e $25 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$. A portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde não estabelece nenhum valor para esse parâmetro (BRASIL, 2021). No entanto, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) informa que, em águas para consumo humano, o valor aceitável para alcalinidade pode ser até $250 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, além disso, estudos sobre a alcalinidade das águas naturais feitas por Libâneo (2010), revelam que no Brasil a alcalinidade não ultrapassa 100 mg.L^{-1} de CaCO_3 .

A Tabela 6 apresenta as medições de alcalinidade para as amostras.

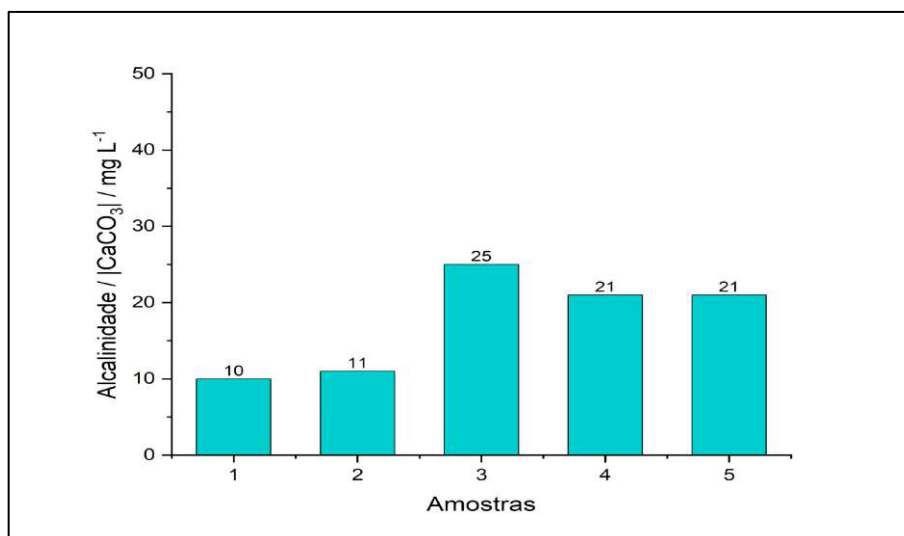
Tabela 6 - Medidas de alcalinidade com 95% de confiança para as amostras

Amostras	Alcalinidade ($\text{mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$)
Valor máximo permitido pelo MS	Não informado
Amostra 01 (Serra Vermelha)	10 ± 1
Amostra 02 (Poço Tubular)	11 ± 4
Amostra 03 (Condado, Meio)	25 ± 2
Amostra 04 (Condado, Parede)	21 ± 4
Amostra 05 (Condado, Sangrador)	21 ± 1

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Já estudos realizados em Souza – PB, com amostras de água de poços e águas superficiais realizados por Gomes (2018), obteve-se valores relativamente entre 100 e 800 mg.L^{-1} de CaCO_3 . A alcalinidade total em águas subterrâneas ocorre principalmente na presença de carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia Libâneo (2010). De acordo com (Nolasco et al, 2020) altas concentrações desse parâmetro, pode causar gosto amargo na água.

De acordo com o Gráfico 5, todas as amostras encontram-se abaixo do valor estipulado pelo, (FIESP) de $250 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$.

Gráfico 5 – Medidas de alcalinidade

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

5.1.6 Caracterização do parâmetro: Cloretos

Os valores de cloretos das amostras analisadas apresentaram seus valores mínimo e máximo entre 33 e 42 mg. mg L⁻¹. Dessa forma, os valores obtidos de todas as amostras para os cloretos demonstraram que tanto a água dos açudes quanto do Poço Tubular estão de acordo com a portaria 888/21 do Ministério da Saúde permite o valor máximo de 250 mg.L⁻¹ para o consumo humano. A Tabela 7 e o gráfico 6, ambos apresentam o teor de cloro para as amostras de água.

Tabela 7– Medidas de Cloretos com 95% de confiança para as amostras

Amostras	Teor de Cloro (mg.L ⁻¹)
Valor máximo permitido pelo MS	250
Amostra 01 (Serra Vermelha)	46 ± 4
Amostra 02 (Poço Tubular)	34 ± 2
Amostra 03 (Condado, Meio)	37 ± 5
Amostra 04 (Condado, Parede)	35 ± 2
Amostra 05 (Condado, Sangrador)	33 ± 3

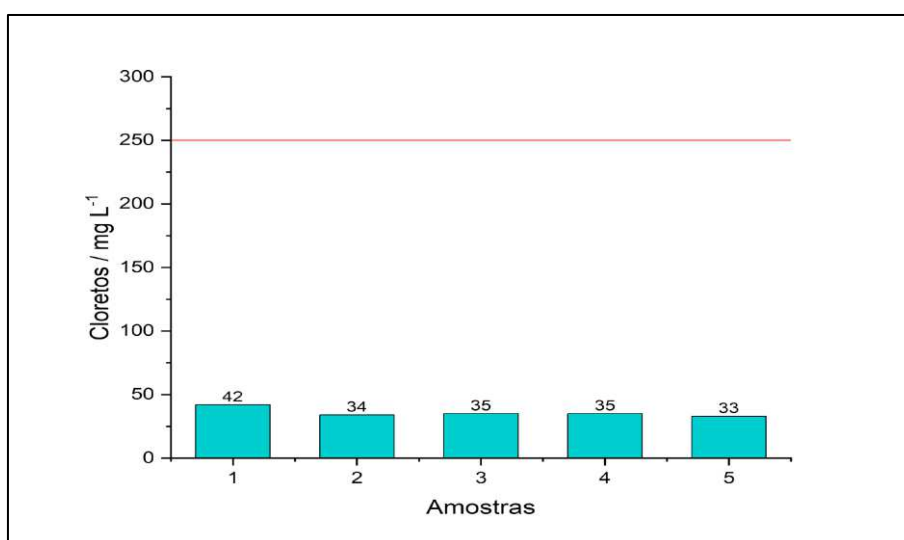
Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Conforme Libânio (2005) o aumento da concentração de cloretos na região Nordeste as vezes é comum devido ao alto índice de evaporação e curto período de precipitação chuvosa curta, além disso sua dissolução pode estar relacionada a presença de sais devido lançamento de esgotos domésticos e industriais.

Estudos realizados em Souza – PB, com amostras de água de poços e águas superficiais realizados por (Gomes, 2018) foram obtidos valores elevados de cloretos entre 110 a 1200 mg. mg L⁻¹, visto que o valor máximo permitido pela portaria nº 888/ 2021 é de 250 mg. mg L⁻¹, águas com altos valores de cloretos apresentam sabor salgado, além de causar efeito laxativo para alguns casos Herphs et al. (2023).

De acordo com o Gráfico 6, é possível observar que todas as amostras encontram de acordo com o Ministério da Saúde.

Gráfico 6 – Valores da Concentração de Cloretos das Amostras



Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises realizadas em águas do Município de Conceição - PB, destinadas ao consumo da população, foi possível verificar a potabilidade da água. Essa avaliação se deu por meio da comparação dos resultados dos parâmetros investigados para as medidas de pH, alcalinidade, cloretos, turbidez, dureza total, condutividade, com as normas estabelecidas pelas portarias n° 5/2017 e n° 888/2021, ambas do Ministério da Saúde (MS).

As análises mostraram que, para a amostra 02 proveniente do Poço Tubular, assim como para as amostras 03, 04 e 05 do açude do Condado, as águas dessas fontes apresentaram características físicas e químicas dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, com concentrações de cátions e ânions de acordo com as portarias n.º 5/2017 e n.º 888/2021, para todas as medições realizadas, tornando-as adequadas para o consumo humano e diversos outros usos de acordo com os parâmetros analisados.

Entretanto, a amostra 01 proveniente do açude Serra Vermelha, não atendeu a todos os parâmetros físico-químicos, uma vez que apresentou um nível de turbidez que ultrapassou o valor máximo estabelecido pela portaria n.º 888/21 de 5 NTU. Além disso, para o parâmetro de dureza total, também ultrapassou o valor máximo permitido pelo MS de 300 mgL^{-1} de CaCO_3 . Sendo assim, classificada como, água dura, tornando-a imprópria para consumo humano. Apesar disso, essa água ainda pode ser utilizada para outros fins.

É importante ressaltar a necessidade de um monitoramento contínuo para garantir a potabilidade da água disponível para a população. Além disso, para uma avaliação mais completa da qualidade da água, recomenda-se a realização de análises microbiológicas, como também análises de outros cátions e ânions, e fazer análises em diferentes épocas do ano em períodos chuvosos e secos, além de mais pontos de coletas nos reservatórios, como também diferentes profundidades.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, K. V. P. *et al.* AVALIAÇÃO DA DUREZA E DAS CONCENTRAÇÕES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ZONA URBANA E RURAL DO MUNICÍPIO DE ROSÁRIO-MA. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. **Águas Subterrâneas**. São Luís: Abas, 2010. p. 1-11. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22915>>. Acesso em: 10 set. 2023.
- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas. **Volume dos Açudes**. AESA, 2023. Disponível em <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/>>. Acesso em: 19 out. 2023.
- ÁGUA. **An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.8, n.1, p.186-205, 2013.
- ALENCAR, M. A. de et al. **Avaliação microbiológica e físico-química da água de Engenheiro Ávidos (Boqueirão) de Cajazeiras-PB**. 2016. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/7344>>. Acesso em 3 de out. 2023.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2010.
- ANA. Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos** — Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. 2021. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) **Panorama das águas**. 2005. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/panorama-das-aguas>>. Acesso em: 16 ago. 2023.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Água no mundo 2022**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo/agua-no-mundo>>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- ANA. Agência Nacional de Águas. (2019). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, Distrito Federal. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-dos-recursos-hidricos>> Acesso em: 22 ago. 2023.
- ANDREASI, W. A. **A Atual Demanda Urbana de Água: uma Breve Discussão**. Trabalho apresentado à disciplina de Uso Racional de Água do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2003.
- APHA – AWWA – WEF. American Public Health Association; American Water Work Association; Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Public Health Assn: Washington, 2017.
- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater: part 9000: microbiological examination**. p. 9-51. ed.19. Washington. 1995. Disponível em: Acesso 24 fev. 2023.

ARRUDA, N.M.B.; RIZZI, N.E.; MIRANDA, T.L.G. **Análise multivariada na avaliação da qualidade de água do reservatório de foz do Areia, Estado do Paraná.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 37, p. 26-37. 2015.

AYERS, R.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 217p.

AZEVEDO, A. C. de. Verso e Reverso das Políticas Públicas de Água para o Semiárido Brasileiro. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 373-392, dez. 2015.

BACCAN, Nivaldo et.al. **Química analítica quantitativa elementar.** 3ªed. São Paulo: Blucher – Instituto Mauá de tecnologia, 2001

BAGATINI, M.; et. al. Análise Da Qualidade Da Água Em Poços Artesianos Na Região De Roca Sales, Vale Do Taquari. Revista Caderno Pedagógico, v. 14, n. 1, p. 84–91, 2017.

BAGNARA, L. et. al., Análise microbiológica físico-química e importância da conservação da água em escolas públicas de nível fundamental e médio. **In.:** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG. 2014.

BARBOSA, J. E. L. Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictimeral/sazonal) e de espaço (vertical/horizontal) no açude Taperoá II. Trópico semiárido paraibano. 2002, 208f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Departamento de Ecologia e Recursos Naturais –Universidade Federal de São Carlos, São Carlos –SP.

BRASIL ,2016. Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima Volume III. Brasília, Distrito Federal.

BRASIL, Ministério da Saúde, **Padrão de Potabilidade.** Brasil, Portaria nº 2914, de 14 de dezembro de 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº888 de 04 de maio de 2021. **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília [2017]. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5Portaria-deConsolidacao-n-5-de-28-de-setembro-de-2017.pdf>.>Acesso em: 22 ago. 2023.

BRASIL. **Ministério da Saúde.** Portaria de Consolidação Nº 288, de 4 de maio de 2021. Brasília/DF, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 518, de 25 março de 2004.** Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Brasília: SVS, 2004

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria N° 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília [2000].

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral Vigilância em Saúde Ambiental. Diagnóstico do abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019. Boletim epidemiológico, Brasília, v.51, n.13, Mar, 2020. Disponível em: <<http://siságua.saude.gov.br/siságua/paginaExterna.jsf;jsessionid=roSjspLg4gS7idXY5sYnue7K>> Acesso em: 22 ago. 2023.

BRASIL. Portaria (Ministério da Saúde) n° 2914, de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, de 13 de dezembro de 2011.
BRASIL. Portaria n° 5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das Normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. [Brasília].

BRASIL. Portaria n° 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União (DOU), Brasília/DF. 2005.

BRASIL. Resolução Normativa n.12/78, de 12 de janeiro de 1979. Câmara Técnica de Alimentos do Conselho Nacional de Saúde. Rotulagem. Diário Oficial da União. 1979 2 jan; Parte I, 2 jan; Seção 1.

BRITO, L. T. DE L. et al. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no Semiárido pernambucano. Journal of The Brazilian Association of Agricultural Engineering, v. 32, p.102-109, 2012.

BRUINSMA, J. The Resource Outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Prepared for the FAO Expert Meeting on ‘How to Feed the World in 2050’, Rome, 24–26 Jun. 2009.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**. v. 2(32): 179 – 188, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554865016.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2023.

BUZELLI, G. M., CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do Reservatório de Barra Bonita, SP. In: Ambiente e.

CARDOSO, R. C. et al. A poluição das águas do açude público do jatobá i, no município de patos, paraíba. Anais: II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido – CONIDIS, Campina Grande, 2017.

CASALI, C. A. Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2008.

CASTRO, C. N. de. **Gestão das águas**: experiências internacional e brasileira. Brasília: Ipea, 2012. 80 p.

CERQUEIRA, F. C. **Hidroquímica e Vulnerabilidade Natural à Contaminação da Água Subterrânea no Município de São João da barra, RJ**. 2014. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciência e Tecnologia, Laboratório de Engenharia Civil, Campos dos Goytacazes, 2014.

CERVO, T. **Influência da finura e do teor de pozolana na penetração de cloretos e na solução aquosa dos poros do concreto**. 2001 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2001.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Águas Salinas e Salobras no Estado de São Paulo 2013. 2º Parte do relatório de águas superficiais. Série Relatórios. [recurso eletrônico] / CETESB. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/relatorio-aguassuperficiais-2013-parte2.pdf>. Acesso em: 23 set. 2023.

CETESB – Companhia De Tecnologia De Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo 2003. **Coleta e Preservação de Amostras de Água**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Água/rios/Coletaepreservacao.asp>. Acesso em: 20 ago. 2023. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo 2015. “**Índice de Qualidade das Águas**”. São Paulo.

CETESB - companhia, de tecnologia de saneamento ambiental. Apêndice E-Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. 2019.

CETESB, 1988. In: LOPES, A. G. et al. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2.ed. São Paulo, 2001. Parte 6410. Projeto CETESB-GTZ. Apresenta texto na íntegra da Norma Técnica CETESB O6.010/abr.1988, revogada pela Decisão de Diretoria N° 281/2016/P, de 20 ago. 2023.

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. Revista USP, n. 106 p. 45-58, 2015.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola, v.7, n.1, 2005

CONAMA – **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Decreto N° 430, 2011.

COTTON, F. A.; LYNCH, L. D.; MACEDO, H. **Química objetiva**. Rio de Janeiro: Fórum Editora, 1968. 275 p.

CRUZ, P. et al. Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. In: Congresso de Pesquisa e

Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007.

D'AGUILA, P., **Pseudomonas aeruginosa como indicador em análises bacteriológicas de águas de abastecimento público**. 56p Dissertação de Mestrado (Mestrado em saneamento ambiental). FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Rio de Janeiro - RJ. 1996.

DE OLIVEIRA, D. M.; AGOSTINETTO, L.; SIEGLOCH, A. E. Comparison of the drinking water standard for pesticides of the Brazil with other countries. *Heliyon*, v. 9, n. 3, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023009908>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

DE QUEIROZ FIRMINO, L.; DOS SANTOS RIBEIRO, R. B., SILVA, V. F., BORGES, I. M. S., SILVA, R. M. G., GRIEP, R. P., ... & GOMES, Tratamento e reúso de água para fins agrícolas em comunidade rural localizada no sertão Paraibano. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, v. 21, n. 9, p. 10991-11011, 2023. Disponível em: <<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1034/847>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

DE SOUSA LIMA, K. C. L. Caracterização dos recursos hídricos do município de Conceição–PB: as políticas de acesso à água. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 2, p. 416-425, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10482. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10482>. Acesso em: 6 nov. 2023.

DEL LAB. Delfini Indústria Comércio LTDA. Catálogo do turbidímetro microprocessado digital modelo DLT-WV. Araraquara/SP Disponível em: <<https://dellab.com.br/turbidimetro-microprocessado-digital-modelo-dlt-wv-2/>>. Acesso em: 30 set. 2023.

DEZOTTI, M. Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos. Rio de Janeiro: Epapers, 360p, 2008.

DUBEY, A. A Study on Effects of Hard Water on Human Health. **Research Ambition: An International Multidisciplinary e-Journal**, v. 6, n. IV, p. 15-16, 2022.

EMBRAPA. **Agricultura irrigada e sua importância na produção de alimento: nexo água-alimento**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/71510678/artigo-agricultura-irrigada-e-sua-importancia-na-producao-de-alimento-nexo-agua-alimento>>. Acesso em: 10 set. 2023.

ESTEVAM, M. et al. Análise física da água de entrada no sistema agroindustrial de curtume em Maringá- Paraná. *Ciência e Natura*, [S.L.], v. 41, n. 16, p. 1-9, 16 jul. 2019. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível: <<http://dx.doi.org/10.5902/2179460x36610>>. Acesso em 10 de out. 2023.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, 2ª Ed. Rio de Janeiro, 1998, 602 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Water for Sustainable Food and Agriculture: A report produced for the G20 Presidency of Germany**. Rome, 2017. Disponível em: [i7959e.pdf \(fao.org\)](https://www.fao.org/3/i7959e.pdf). Acesso em: 26 ago. 2023.

FARIAS, M. S. S de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado) - UFCG -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FAUSTINO, J. C. S. et al. "Convivência com a escassez de água: a importância do capital social nas áreas susceptíveis à desertificação no Semiárido." **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, p. 114-135, 2016.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Orientações para utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. Disponível em: [Layout 1 \(abas.org\)](#). Acesso em: 29 ago. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW): managing systems at risk**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. 308 p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília: 4ª ed. 2013. Disponível em: <[manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf \(FUNASA.gov.br\)](#)>. Acesso em 28 ago. 2023.

FUNASA. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA, 2014. Disponível em:<<https://www.FUNASA.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>> Acesso em 02 set. 2023.

GARCIA, Carlos Alexandre Borges; BARRETO, Paulo Roberto. Caracterização da qualidade da água do açude Buri–Frei Paulo/SE. **Scientia plena**, v. 6, n. 9, 2010.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

GOMES, M. A.; et a Avaliação Hidroquímica e de Parâmetros Físico-Químicos de Qualidade das Águas Subterrâneas da Zona Urbana do Município de Sousa-PB. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 162–172, 2018. Disponível em::<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29115/18858>>. Acesso em 3 de out. 2023.

Google Earth website.<<https://earth.google.com/web/@-7.44226858,-38.49972638,534.67565064a,1461.86005d,35y,-0h,0t,0r/data=OgMKATA>>. Acesso: 29/10/2023.

GRASSI, M. T. **As águas do Planeta terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição especial – maio 2001.

HEALTH CANADA. **Summary of guidelines for Canadian drinking water quality**. 2003.

HERPHS, L. S. et al. Análises físico-químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em instituições públicas de ensino da cidade de Porto Seguro - BA. **Revista Tecnologia e sociedade**, v. 19, n. 55, p. 329–344, 2023.

HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A. de. Qualidade da água para irrigação, In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. de. (ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/conceicao/panorama>. Acesso em: 2 set. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo 2022. De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes>>. Acesso em: 10 set. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Conceição**. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/conceicao/panorama>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido — **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação** 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/composicao/rede-mcti/instituto-nacional-do-semiarido>>. Acesso em: 14 set. 2023.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **População do Semiárido ultrapassa os 23,5 milhões de habitantes**. 2017 Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/pagina-inicial>>. Acesso em: 4 set. 2023.

LAMAS, J. M. N. et al. Qualidade da água utilizada na limpeza dos tanques de granelização de leite cru: implantação e avaliação da cloração da água para garantia da qualidade do produto. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 5, p. 239-253, 2015.

LENZI, et al, **Introdução a química da água: Ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 603p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 4º ed. Campinas/SP: 2016.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005. p.444.

LIRA, Osman de Oliveira. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em etas. 2014.

LÔNDERO, E.; GARCIA, C. Sovergs. Site Higienistas, 2010. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2023.

LUNA, M. D. G. et al. Adsorption of Eriochrome Black T (EBT) dye using activated carbon prepared from waste rice hulls—Optimization, isotherm and kinetic studies. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 4, n. 44, p. 646–653, 2013. Disponível em: <<https://www.infona.pl//resource/bwmeta1.element.elsevier-e2a6eb5e-e34b-369d-be56-810acc23f565>>. Acesso em: 19 out. 2023.

MACHADO, F. O.; CORDEIRO, J. S. Aproveitamento das Águas Pluviais: Uma proposta sustentável. In: VII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE. 2004. São Luís. **Anais...** São Luís: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.

MACHADO, W. C. P. **Indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Pato Branco. Universidade Federal do Paraná.** 2006. 315 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MAIA, R. P. NASCIMENTO, M. A. L. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, p. 373, 2018.

MENDONÇA, F. de A. Geografia Socioambiental. **Terra Livre.** São Paulo, n. 16, p. 139-158. 2001.

MENDONÇA, J.C.; SEROA DA MOTTA, R. saúde e saneamento no Brasil. **Planejamento e políticas públicas**, v.30,2009.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos.** Rio de Janeiro: ABES, 1995 MS TECNOPON. Instrumentação Científica. **Manual de instruções de medidor de condutividade de bancada, medidor de condutividade portátil (microprocessados). mCA-150/mCA-150P, mCA 100.** Piracicaba/SP. Disponível em:<<https://www.google.com/search?>>. Acesso em: 30 set. 2023.

NASCIMENTO, C. A.; NAIME, R. Panorama do uso, distribuição e contaminação das águas superficiais no Arroio Pampa na bacia do Rio dos Sinos. In: **Estudos Tecnológicos.** v.5, p. 101-12, 2009.

NASCIMENTO, N. de O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, p. 219-228, 2005.

NOLASCO, G. M. et al. Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. **RECITAL – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020. ISSN: 2674- 9270.

OLIVEIRA, V. S. **Qualidade de água de poços tubulares utilizada no cultivo de hortaliças.** 2018. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2018.

ONE, G. M. C. (org.). **Meio Ambiente: Os desafios do novo cenário.** João Pessoa: IMEA, 2022.

PARRON, L. M. et al. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Embrapa Florestas: Colombo, 2011.

- PATERNIANI, J. E. S.; PINTO, J. M. **Qualidade da água**. 2001.
- PEDRAZZI, F. J. M. et al. Avaliação da Qualidade da Água no Reservatório de Itupararanga, Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Geociências**, v. 33, n. 1, p. 26-38, 2014.
- PELCZAR JUNIOR, J. M.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2005.
- PHA – AWWA – WEF. American Public Health Association; American Water Work Association; Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Public Health Assn: Washington, 2017.
- PHTEK. pHmetro de bancada microprocessado PHS-3B. Curitiba-PR. Detalhes técnicos em: http://www.microtecnica.com.br/produtos_phmetro.php. Acesso em: 22 ago. 2023.
- PINTO, M. C. F. Manual medição in loco. **Site da CPRM**, 2007.
- POZZEBON, E. J. et al. Demanda hídrica para agricultura irrigada e sua influência nas análises de pedidos de outorga de direito de uso da água. **Anais do XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**. Curitiba: ABRH, 2003.
- RADIOMETER ANALYTICAL. **Conductivity Theory and Practice**. Villeurbanne Cedex: Radiometer Analytical, 2004.
- RIBEIRO, P. J. et al. Programa educativo em esquistossomose: modelo de abordagem metodológica. **Revista Saúde Pública**. São Paulo, 38(3):415-21, jun, 2004.
- RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M de. **Tratamento de águas: tecnologia atualizada**. São Paul: Edgard Blucher, 2002. 332 p.
- RODRIGUES, L. N.; LIEBE, J. S. Reservoirs depth-area-volume relationships in Savannah Regions of Brazil and Ghana. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2013.
- RODRIGUES, S. A. **Associação entre variáveis climáticas e qualidade da água para consumo humano por meio de técnicas multivariadas**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2015.
- SANTOS, A. C. Noções de Hidroquímica. In: Hidrologia: **Conceitos e aplicações**. **Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE**, 1997.
- SANTOS, J. R. **Aspectos físico-químicos e metais pesados na água e sedimento do Rio Verruga no município de Vitória da Conquista –Ba**.2007. Dissertação (Mestrado) –Área de Concentração –Química Analítica. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. p. 38 e 62. Jequié –BA, 2007.
- SANTOS, M. E. A. et al. Análise de Parâmetros físico-químicos do Rio Itajaí-Mirim em Brusque. In: **FORMAÇÃO ACADÊMICA E CIENTÍFICA E CULTURAL E HUMANÍSTICA E [...]**, 1., 2018, Brusque. Anais [...]. Brusque: IFC campus Brusque, 2018. p. 01-05.

SANTOS, R. S. saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, v. 13, n. 24–25, p. 46–53, 2013. SÃO PAULO SP Municípios e Saneamento Instituto Água e Saneamento. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/sao-paulo>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F. **Chemidtry for envitonmental engineering**. 5º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 2002. 658 p.

SCOTLAND. Walter. **Where the water quality standards come from**. 2014. [s.l: s.n.] Disponível em: <<https://www.scottishwater.co.uk/>>. Acesso em: 29 out. 2023.

SEDUC - CE. Secretaria de Educação do Estado do Ceará (2022). Curso Técnico em Química da Escola Estadual de Ensino profissional – EEEP. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/quimica_controle_ambiental.pdf. Acesso: 29/10/2023.

SHIKLOMANOV, I. A. et al. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean. 2008.

SILVA, A. D. S. **Qualidade de água de abastecimento na zona rural de santa rita – pb e propostas de melhoria2019**. Dissertação (Mestado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2019.

SILVA, Í. N.; Fontes, L. O.; Tavella, L. B. Qualidade de água na irrigação. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.7, n.3, p.1-15, 2011.

SILVA, J. B. da. Estudo da situação atual da qualidade da água do açude de São Gonçalo - PB. 2015. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/7480>>. Acesso em: 30 set. 2023.

SILVA, M. S. L. et al. Clean water and sanitation: contributions of Embrapa. 2020.

SIQUEIRA, et ai. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil). **Acta Amaz.**, Manaus, v. 42, n. 3, p. 413-422, Sept. 2012.

SIQUEIRA, L. A. Água fonte de vida. 2011. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/21993>>. Acesso em: 30 set. 2023.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R.**Fundamentos de Química Analítica**. São Paulo: CengageLearning, 2010.

SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 8ª edição norte-americana. São Paulo: CENGAGE Learning, 2005

SOBRAL, M. C. M. Estratégia de Gestão dos Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro. *REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA*, v. 7, n. 2, p. 76-82, 2011.

SOUZA JÚNIOR, T. G. de. **Açude grande de Cajazeiras-PB: Uma análise da sua água e dos seus usos**. 2020. Dissertação de Mestrado:

><https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2313/3/Dissertacao%20-%20TEOBALDO%20GABRIEL%20DE%20SOUZA%20J%20c3%9aNIOR.pdf>>. Acesso em 03 out.2023.

SOUZA JÚNIOR, Teobaldo Gabriel de. **Açude grande de Cajazeiras-PB: Uma análise da sua água e dos seus usos**. 2020. Dissertação de Mestrado: ><https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2313/3/Dissertacao%20-%20TEOBALDO%20GABRIEL%20DE%20SOUZA%20J%20c3%9aNIOR.pdf>>. Acesso em 03 out.2023.

SOUZA L, et al. A outra face da crise: a importância do setor do saneamento no contexto da escassez hídrica. **Revista Acesso Livre**, v. 5, n. 5, p. 88-105, 2016.

SOUZA, J. R. et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodem**, v. 8, n. 1, 2014.

VON SPERLING, M.V. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

SUASSUNA, João. Contribuição ao Estudo Hidrográfico do Semiárido Nordeste. **Recife: Editora Massangana**, 2000.

TORRES, D. A. G. V. CHIEFFI P.P.; COSTA W. A.; KUDZIELICS E. Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v.33, p. 137- 141, 2000.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I; NETTO, O. M. C. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água”. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, p. 31-43, 2000.

TUNDISI, J. G. Cold fronts and reservoir limnology: an integrated approach towards the ecological dynamics of freshwater ecosystems. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 70, n. 3, p. 815-824, out. 2010.

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Limnologia Aplicada**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/limno.htm>>. Acesso em 03 out.2023.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Soluções baseadas na natureza para a gestão da água**. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. [S.L.]: Onu-Água, 2018. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_por> acesso em :30 ago.2023.

UNESCO; The United Nations world water development report 2014: **water and energy**. Paris: UNESCO, 2014. 230 p.

VASCONCELOS, J. V. Determinação de vetores de poluição por meio de escoamento superficial do trecho do rio bagagem no perímetro urbano de Estrela Do Sul/MG. 2022.

VISENTIN, J. C.; SZIGETHY, L. Uso da água no Brasil: O papel do efeito tecnológico. Texto para Discussão, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11105/1/td_2756.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, v. 7, p. 452, 2007.

VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3^a. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. p. 452.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 472 p.

VON SPERLING, M., 1996. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Un. Federal de Minas Gerais, 243 .p.

WATERWATCH AUSTRALIA, **Waterwatch Australia national technical manual: module 6 - groundwater monitoring**. Department of the Environment and Heritage, Canberra, ACT, 2005. Disponível em: <http://nrmonline.nrm.gov.au/catalog/mql:2875>. Acesso em: 28 ago. 2023.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. 5. ed. Geneva: WHO, 2017. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-qualityguidelines4-including-1st-addendum/en/>. Acesso em 10 ago. 2023.

WILSON, P.C. Water Quality Notes: Water Clarity (Turbidity, Suspended Solids, and Color). **University of Florida IFAS extension**. Janeiro de 2010.

WORLD BANK. World development report 2016: digital dividends overview. Washington: World Bank Group, 2016. 359 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking water quality.; 3 ed.; Geneva: WHO. 2004.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. Paris, UNESCO.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2017. **The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater, The Untapped Resource**. Paris, UNESCO.

YAMAGUISHI, Renata Bazante. Especificação de Alumínio em Águas subterrâneas na região do manancial Billings: Aplicação da Radiação Ionizante na Digestão Amostral para Fins Analíticos e na Proposta de Remediação. **São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**, 2013.

YAN, M.; WANG, D.; QU, J.; NI, J.; CHOW, C. W. K. Enhanced coagulation for high alkalinity and micro-polluted water: The third way through coagulant optimization. **Water Research**, v. 42, n. 8-9, p. 2278–2286, 2008.

ZAVAN, I. M. Relatório de análise de química quantitativa. **Titulação de complexação**. Lençóis Paulista – São Paulo, 2012.