



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

CLERISON GOMES DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE  
CISTERNAS DA ZONA RURAL DE CORONEL EZEQUIEL-RN**

CUITÉ – PB

2025

CLERISON GOMES DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE  
CISTERNAS DA ZONA RURAL DE CORONEL EZEQUIEL-RN**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de  
Licenciatura em Química pela Universidade Federal de  
Campina Grande para a obtenção do grau de Licenciado  
em Química.

Orientador (a): Prof.a Dra . Denise Domingos da Silva

CUITÉ – PB  
2025

S729d Souza, Clerison Gomes de.

Determinação de propriedades físico-químicas de águas de cisternas da zona rural de Coronel Ezequiel - RN. / Clerison Gomes de Souza. - Cuité, 2025.  
40 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2025.

"Orientação: Profa. Dra. Denise Domingos da Silva".

Referências.

1. Água. 2. Água - cisternas. 3. Cisternas – Coronel Ezequiel - RN. 4. Água – cisterna - qualidade. 5. Cisterna – propriedades físico-químicas - água. 6. Centro de Educação e Saúde. I. Silva, Denise Domingos da. II. Título.

CDU 556(043)

CLERISON GOMES DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE  
CISTERNAS DA ZONA RURAL DE CORONEL EZEQUIEL-RN**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da  
Universidade Federal de Campina Grande para obtenção do grau de Licenciado em Química.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Denise Domingos da Silva (Orientadora) UFCG/CES/UABQ

---

Prof. Dr. Gustavo Fabián Velardez (Avaliador) UFCG/CES/UABQ

---

Prof. Dr. João Batista da Silva (Avaliador) UFCG/CES/UAFM

*"Entregue o seu caminho ao Senhor;  
confie nele, e ele agirá." – Salmos 37:5*

## AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo marca não apenas o fim de uma etapa, mas também a soma de experiências, aprendizados e conexões que levarei para toda a vida. E é com o coração cheio de gratidão que dedico estas palavras a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada.

Agradeço primeiramente à Deus e minha mãe, por ser meu alicerce em todos os momentos, que me ensinou desde cedo o valor do esforço e da honestidade. Cada gesto de carinho, cada palavra de encorajamento, cada sacrifício feito por mim, carrego com profundo respeito e gratidão. Agradeço ainda à minha tia Dianny Gomes e os demais integrantes da família, que sempre estiveram presentes na minha caminhada mesmo quando os desafios pareciam grandes demais. Em especial a minha noiva Kátia Luana, por estar presente ativamente na minha vida dentro e fora da universidade.

Aos amigos que estiveram presentes durante a graduação, agradeço pela cumplicidade, pelas conversas que aliviaram o peso da rotina e por fazerem parte de momentos que vou levar comigo para sempre.

Aos professores e professoras que contribuíram com meu desenvolvimento, minha admiração e respeito. Em especial, agradeço minha orientadora a professora Denise Domingos da Silva, pela paciência, pelas orientações precisas e pelo comprometimento com este trabalho. Sua ajuda foi essencial. Aos demais professores e professoras que passaram pela minha trajetória, deixo meu reconhecimento e respeito. Cada um deixou sua marca e colaborou de forma única para minha formação.

Também agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada. Cada incentivo, cada gesto de apoio, fez a diferença e ajudou a construir este resultado. Em especial aos meus amigos do Grupo Bass.

Finalizo este agradecimento com o coração cheio de gratidão por tudo que vivi até aqui. Este trabalho é fruto não só do meu esforço, mas da presença e do apoio de todos vocês.

Muito obrigado!

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo Geral .....	15
2.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>3. Fundamentação Teórica.....</b>	<b>16</b>
3.1. Água.....	16
3.2. Abastecimento de água .....	18
3.3. Consumo Doméstico.....	19
3.4. Consumo Agrícola.....	19
3.5. Consumo Industriais .....	19
3.6. Consumo Urbano e Público .....	19
3.7. Exigências de qualidade de água .....	19
3.7.1 Parâmetros físicos da água .....	20
3.7.2. Parâmetros Químicos da água .....	21
<b>4. Metodologia.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Área de Estudo.....</b>	<b>23</b>
4.2. Amostragem e Coleta de amostras .....	27
4.3. Determinação de parâmetros físico-químicos das amostras .....	27
4.4. Análise de pH .....	27
4.5. Análise de condutividade.....	28
4.6. Análise de Turbidez.....	29
4.7. Análise de Dureza.....	29
4.8. Determinação de cloretos .....	30
4.9. Análise de Alcalinidade.....	30
<b>5. Resultados e Discussões.....</b>	<b>31</b>

<b>5.1. Medidas de pH .....</b>	<b>31</b>
<b>5.2. Análise de turbidez .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3. Alcalinidade.....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 Condutividade Elétrica .....</b>	<b>33</b>
<b>5.5 Dureza.....</b>	<b>35</b>
<b>5.6 Teor de Cloretos.....</b>	<b>36</b>
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Referências .....</b>	<b>39</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Ciclo da água .....	16
<b>Figura 2:</b> Mapa e localização de Coronel Ezequiel – RN. ....	23
<b>Figura 3:</b> Mapa e localização da coleta das amostras A e B na zona rural de Coronel Ezequiel- RN.....	25
<b>Figura 4</b> Mapa e localização da coleta das amostras B e C na zona rural de Coronel Ezequiel – RN.....	25
<b>Figura 5:</b> Localização das amostras A e B .....	26
<b>Figura 6:</b> Localização das amostras C e D .....	26
<b>Figura 7:</b> pHmetro Instrutherm PH-5000. ....	28
<b>Figura 8:</b> Condutivímetro AT-255 ALFAKIT .....	28
<b>Figura 9:</b> Turbidímetro DLT- WV .....	29

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Localização das cisternas .....	27
<b>Tabela 2.</b> Valores médios de pH e os desvios padrões das amostras analisadas .....	31
<b>Tabela 3.</b> Medidas de turbidez das amostras analisadas .....	32
<b>Tabela 4.</b> Medidas de Alcalinidade das amostras analisadas. ....	34
<b>Tabela 5.</b> Valores médios e desvio padrão de Condutividade Elétrica das amostras analisadas. .....	33
<b>Tabela 6.</b> Valores médios e desvio padrão de dureza das amostras analisadas.....	35
<b>Tabela 7.</b> Valores médios e desvio padrões para teor de cloretos das amostras analisadas. ...	36

## RESUMO

O presente estudo analisou as propriedades físico-químicas das águas proveniente de cisternas localizadas na zona rural de Coronel Ezequiel, município do estado do Rio Grande do Norte. A pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água utilizada para consumo humano, em uma região onde grande parte dos moradores utilizam esse tipo de reservatório. Foram realizadas coletas em diferentes fontes representativa da zona rural, e os parâmetros analisados foram; pH, turbidez, condutividade elétrica, cloretos, dureza total e alcalinidade. Os dados foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para águas potáveis, a fim de verificar a adequação da água para consumo humano. As amostras analisadas apresentaram boa potabilidade para o consumo humano, Apesar de as cisternas representarem uma alternativa importante para o abastecimento hídrico na zona rural, é de fundamental importância adotar práticas de monitoramento e manutenção periódica para garantir a potabilidade da água e a saúde da população local.

**Palavras-chave:** Qualidade de água; Cisternas; Saúde pública.

## **ABSTRACT**

This study analyzed the physical and chemical properties of water from cisterns located in the rural area of Coronel Ezequiel, a municipality in the state of Rio Grande do Norte. The aim of the study was to assess the quality of water used for human consumption in a region where most residents use this type of reservoir. Collections were made from different sources representative of the rural area, and the parameters analyzed were: pH, turbidity, electrical conductivity, chlorides, total hardness and alkalinity. The data was compared with the parameters established by the National Water Agency (ANA) and the World Health Organization (WHO) for drinking water, in order to verify the suitability of the water for human consumption. Although the cisterns represent an important alternative for water supply in rural areas, it is of fundamental importance to adopt periodic monitoring and maintenance practices to guarantee the potability of the water and the health of the local population.

**Keywords:** Water quality; Cisterns; Public health.

## 1. Introdução

Segundo Felipe e Reis (2016), a água é essencial para a vida no planeta, pois participa de diversos processos naturais, como os físicos, químicos e biológicos. Em áreas rurais, onde o acesso à água tratada é limitado, os poços artesianos representam uma fonte vital de abastecimento. No entanto, a qualidade da água subterrânea pode ser comprometida por fatores geológicos, agrícolas e antrópicos, o que exige constante monitoramento (FRAGA et al., 2015). A avaliação da qualidade da água é essencial para assegurar o uso sustentável e seguro para consumo humano, uso agrícola e industrial. (FRAGA et al., 2015, p. 2)

Coronel Ezequiel é um município localizado na região agreste do Estado do Rio Grande do Norte, caracterizado por um clima semiárido e uma economia predominantemente agrícola. A dependência de recursos hídricos subterrâneos é uma realidade para muitas comunidades rurais da região, o que torna imperativo garantir que a água disponível seja de boa qualidade e segura para consumo.

Além disso, a caracterização destas propriedades permite a implementação de medidas corretivas e preventivas, assegurando a qualidade da água distribuída. Estudos apontam que a água armazenada em cisternas pode apresentar alterações em parâmetros como pH, turbidez, dureza e alcalinidade, devido à interação com materiais de construção das estruturas e à exposição a agentes externos, como poeira e resíduos provenientes dos telhados utilizados para captação (COSTA et al., 2020). Esses parâmetros são indicadores fundamentais da potabilidade da água e de sua adequação para uso humano.

A presença de substâncias químicas na água potável pode causar sérios riscos à saúde pública, como doenças neurológicas e gastrointestinais, exigindo atenção contínua à sua qualidade (PORTO et al., 2004).

Na zona rural do município de Coronel Ezequiel – RN, a dependência das cisternas como uma das principais fontes de abastecimento hídrico torna a análise físico-química uma ferramenta fundamental para assegurar a saúde pública. Segundo dados da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), a qualidade da água armazenada deve atender aos critérios estabelecidos pela legislação vigente, como os definidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que fixa os padrões de potabilidade para o consumo humano (FUNASA, 2006), dessa forma, o presente estudo busca contribuir para a compreensão da situação atual das cisternas na região, fornecendo informações que possam subsidiar ações de melhoria da qualidade da água e promover a saúde da população local.

O estudo visa contribuir para a compreensão da qualidade da água nas cisternas da zona rural de Coronel Ezequiel, oferecendo subsídios para a implementação de políticas públicas de saneamento e gestão hídrica que já existem em algumas outras comunidades da região, o programa operação pipa do exército. A partir da análise dos dados coletados, será possível identificar possíveis fontes de contaminação e propor medidas para mitigar os riscos à saúde da população.

Assim, este trabalho não só se propõe a analisar a qualidade da água, mas também a promover uma reflexão sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e a necessidade de um monitoramento contínuo e rigoroso. Garantir o acesso à água potável é um direito humano fundamental e uma condição essencial para o desenvolvimento sustentável das comunidades rurais.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar as características físico-químicas de água em cisternas na zona rural de Coronel Ezequiel – RN, e no estado do Rio Grande do Norte.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar as propriedades físico-químicas das cisternas em diferentes pontos de amostragem;
- Analisar a condutividade das amostras coletadas;
- Medir o pH das amostras de águas
- Determinar a turbidez das amostras de águas;
- Identificar o índice de alcalinidade por meio da titulometria de ácido-base;
- Medir o índice de dureza das amostras coletadas por meio de métodos complexométricos;
- Comparar algumas propriedades das águas da cisterna analisada com os padrões estabelecidos.

### 3. Fundamentação Teórica

#### 3.1. Água

Segundo Amorim (2001), a disponibilidade de água de qualidade é condição indispensável para a própria vida. A escassez de água é um dos principais desafios para a qualidade de vida das populações rurais no semiárido nordestino, devido à irregularidade das chuvas que são de 200 à 300 milímetros em média por ano e à má qualidade das fontes hídricas disponíveis. Como alternativa, a implementação de cisternas para captação e armazenamento da água da chuva tem sido uma solução eficaz para suprir as necessidades hídricas durante os períodos de estiagem (NOGUEIRA; SANTOS; SCHMITT, 2017).

**Figura 1:** Ciclo da água



**Fonte:** Brasil Escola, 2025.

Parte do ciclo hidrológico é constituída pela circulação da água na própria superfície terrestre, isto é; a circulação de água no interior e na superfície dos solos e rochas, nos lagos e demais superfícies líquidas e nos seres vivos (animais e vegetais). (Miranda et al., 2010).

Segundo Guedes, R. C. (2009), aproximadamente 71% da superfície terrestre é coberta por água, totalizando cerca de 1,4 bilhão de km<sup>3</sup>. Desse volume, 97,5% correspondem a águas salgadas, restando apenas 2,5% de água doce. Dessa fração de água doce, aproximadamente

68,9% estão armazenados em calotas polares e geleiras, tornando-se inacessíveis para uso humano. A água disponível em rios e lagos, que é mais facilmente acessível para consumo, representa apenas 0,27% da água doce total, equivalente a cerca de 0,007% do volume total de água do planeta.

A qualidade da água de cisternas pode ser influenciada por diversos fatores como o material de construção da cisterna, que nesse caso das que foram analisadas são feitas de alvenaria, os métodos de captação e práticas de manutenção também podem ter influência, estão sujeitas à contaminação por diferentes tipos de sujeira, como matéria orgânica, poeira e microrganismos. A presença desses elementos pode comprometer a qualidade da água e representar riscos à saúde humana. Nesse sentido, a ausência de limpeza periódica das cisternas e a falta de tratamento da água armazenada podem comprometer sua qualidade, tornando-a inadequada para o consumo humano (SAMUEL, 2021).

Estudos realizados nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte têm evidenciado variações significativas nos parâmetros físico-químicos da água de cisternas. No município de Queimadas, Paraíba, por exemplo, uma pesquisa verificou que "valores de pH estavam dentro dos limites estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que preconiza um pH entre 6,0 e 9,5 para águas destinadas ao consumo humano. No entanto, foram observados níveis de turbidez superiores ao limite de 5,0 NTU, indicando a necessidade de tratamento adequado antes do consumo" (SILVA; ARAÚJO, 2019).

De acordo com estudos realizados no município de Cuité, Paraíba, a qualidade da água de cisternas, tanto na zona rural quanto na urbana, apresentou parâmetros físico-químicos geralmente dentro dos padrões estabelecidos, "com exceção do teor de cloretos em algumas amostras, que excederam o limite permitido de 250 mg/L". Esses resultados evidenciam a "importância do monitoramento contínuo e da implementação de medidas corretivas para garantir a potabilidade da água armazenada" (ALVES; SANTOS, 2020).

De acordo com Silva et al. (2018), a análise físico-química da água de cisternas é crucial para identificar parâmetros como pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD) e a presença de metais pesados, que podem indicar contaminação. O estudo realizado no Semiárido Nordeste mostrou que, em muitas cisternas, os níveis de turbidez e STD estavam acima dos limites permitidos pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água no Brasil. Isso evidencia a necessidade de monitoramento constante e tratamento adequado da água armazenada.

Sobre o assunto Carvalho (2014), afirma que:

Embora as maiorias das características físico-químicas estejam incluídas dentro do estabelecido, as medidas para assegurar condições adequadas à manutenção da qualidade de águas são realizadas de forma moderada, o que necessita de uma averiguação periódica da qualidade das cisternas proporcionando águas com teores adequados para as atividades gerais e principalmente humanas.

Outro aspecto relevante é a influência do material da cisterna e do sistema de captação na qualidade da água. Cavalcante et al. (2020), destacam que cisternas de placas de cimento, comuns no semiárido, podem alterar o pH da água devido à liberação de compostos alcalinos, como hidróxido de cálcio e carbonato de cálcio comprometendo sua qualidade para o consumo humano. Esses compostos podem ser originados de telhados, poeiras ou resíduos químicos enquanto sistemas de captação inadequados podem permitir a entrada de folhas, fezes de animais e outros contaminantes. O estudo sugere que a implementação de filtros e a limpeza periódica das cisternas são medidas eficazes para melhorar a qualidade da água.

### **3.2. Abastecimento de água**

A água é um recurso essencial para a sobrevivência humana e o desenvolvimento socioeconômico. No entanto, sua contaminação por agentes químicos e microbiológicos representa uma séria ameaça à saúde pública (Simões et al., 2020). O abastecimento seguro de água é um direito fundamental, reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que estabelece diretrizes para garantir a qualidade da água potável (Freire, 2000). Estudos demonstram que a falta de abastecimento adequado impacta a saúde pública e a economia, aumentando os custos com tratamentos médicos e reduzindo a produtividade da população (Abreu et al., 2000). Além disso, a escassez hídrica, aliada ao crescimento populacional e à degradação ambiental, intensifica os desafios para a gestão dos recursos hídricos.

A qualidade da água distribuída para consumo humano deve atender aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, que define os limites máximos permitidos para substâncias químicas, biológicas e radioativas (Monteiro, 2010).

### **3.3. Consumo Doméstico**

Segundo Cândido (2023), o consumo de água nos municípios do Rio Grande do Norte, especialmente na região Semiárida, é marcado por irregularidades como colapsos hídricos, perdas no sistema e infraestrutura deficiente no abastecimento e altos índices de desperdício. A autora destaca a necessidade de uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

### **3.4. Consumo Agrícola**

Práticas como a construção de terraços e reservatórios, manutenção de cobertura vegetal no solo para reduzir a evaporação, preservação de matas ciliares e adoção de sistemas de irrigação mais eficientes são recomendadas para otimizar o consumo hídrico (UFMS, 2022). Em 2021, o Brasil possuía 5,3 milhões de hectares equipados para irrigação, representando 7% da área total de agricultura. Estima-se um potencial hídrico sustentável para expandir essa área para até 55,85 milhões de hectares (EMBRAPA, 2021).

### **3.5. Consumo Industriais**

Segundo o portal da agência nacional de águas (ANA 2019), o consumo de água no setor industrial brasileiro é significativo, representando aproximadamente 8,8% do uso total de recursos hídricos no país, sendo a terceira maior categoria consumidora, atrás da irrigação (68,4%) e do abastecimento animal (10,8%).

### **3.6. Consumo Urbano e Público**

O consumo urbano da água envolve diversas formas de uso, como o abastecimento doméstico, serviços públicos, atividades comerciais e industriais. Nas residências, destaca-se o uso para higiene, preparo de alimentos e limpeza, enquanto no setor urbano em geral há grande demanda por irrigação de jardins, lavagem de ruas e uso em estabelecimentos. Segundo Silva et al. (2020), o padrão de consumo urbano é fortemente influenciado por fatores socioeconômicos e culturais, além da disponibilidade hídrica. A má gestão desses usos pode gerar desperdício e pressionar os recursos hídricos. Por isso, políticas públicas voltadas à eficiência e ao reuso são fundamentais.

### **3.7. Exigências de qualidade de água**

Com a portaria GM/MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021, dispõem-se de procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, pois serve como um guia técnico e normativo que orienta pesquisas e análises no campo da qualidade da água.

Conforme a portaria citada, a água destinada ao consumo humano, seja para ingestão, higiene pessoal ou preparo de alimentos, deve estar livre de riscos à saúde, independentemente de sua origem. Para que seja considerada adequada ao consumo, é necessário que atenda aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos definidos pela legislação. Contudo, esse tipo de análise não é amplamente realizado, o que limita sua abrangência em regiões rurais.

Na comunidade estudada, existe abastecimento de água através da empresa CAERN, contudo, a distribuição é esporádica e a maioria das residências obtém água de chafarizes distribuídos em pontos específicos. O fornecimento residencial normal, igualmente como na zona urbana, é apenas até uma comunidade próxima, chamada de Cachoeira.

Como as cisternas são implantadas com o objetivo de captar a água da chuva, a comunidade possui o hábito de misturar a água tratada com a água da chuva, utilizando essa mistura para consumo humano.

#### **3.7.1 Parâmetros físicos da água**

- Turbidez

A turbidez é uma medida da resistência da água à passagem da luz, causada pela presença de partículas em suspensão, como argilas, matéria orgânica e microrganismos (SILVA et al., 2019). A unidade de medida utilizada em um turbidímetro é o NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), que mede a quantidade de partículas suspensas na água. Fatores que Influenciam são a erosão do solo, escoamento superficial, crescimento de algas e atividades humanas. Sobre os impactos podem reduzir a penetração de luz na água, afetando processos fotossintéticos e a vida aquática. Também pode indicar contaminação microbológica.

- Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água está relacionada à presença de íons dissolvidos, como sais minerais, que conferem à solução a capacidade de conduzir corrente elétrica. Valores elevados de condutividade indicam grandes concentrações de íons, o que pode afetar processos fisiológicos em plantas e a eficácia de defensivos agrícolas aplicados em meio aquoso (COSTA et al., 2009).

- A unidade de medida é geralmente expressa em micro Siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
- Fatores que Influenciam: Concentração de íons dissolvidos, temperatura da água e tipo de solo.
- Impactos: Valores elevados podem indicar contaminação por efluentes industriais ou agrícolas. A condutividade também influencia a corrosividade da água.

### 3.7.2. Parâmetros Químicos da água

Os parâmetros químicos da água são essenciais para avaliar sua qualidade, potabilidade e impacto ambiental. Entre os principais, destacam-se o potencial hidrogeniônico (pH), a dureza, o teor de cloretos e a alcalinidade total.

- Potencial hidrogeniônico (pH)

A escala de pH, que varia de 0 a 14 à 25°C, permite classificar as soluções como ácidas (pH < 7), neutras (pH = 7) ou básicas (pH > 7). A importância do pH reside no fato de que pequenas variações podem influenciar significativamente reações químicas, processos biológicos e ambientais” (SOUZA; OLIVEIRA; SILVA, 2005, p. 332).

- Dureza

Segundo o Ministério da Saúde (FUNASA, 2021), o monitoramento da dureza é essencial para prevenir danos estruturais e garantir a qualidade da água utilizada em diferentes contextos. A dureza da água está relacionada à concentração de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), podendo ser classificada em:

- Dureza temporária → Causada por bicarbonatos de cálcio e magnésio, removida por fervura.
- Dureza permanente → Resultante de sulfatos e cloretos, não removida por fervura.
- Unidade de medida: mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .
- Impactos: Água dura pode causar incrustações em tubulações e equipamentos industriais.

- Teor de cloretos

De acordo com o Ministério da Saúde (FUNASA, 2021), o monitoramento dos níveis de cloretos é essencial para a segurança do abastecimento e a preservação dos recursos hídricos. Os cloretos ( $\text{Cl}^-$ ) são ânions encontrados naturalmente na água, podendo aumentar devido à poluição industrial, esgoto doméstico e infiltração de água do mar.

- Unidade de medida utilizada é mg/L.
- Fatores que influenciam: Composição geológica do solo, uso de fertilizantes e descarte de efluentes, Proximidade com áreas costeiras.
- Impactos: Concentrações elevadas afetam o sabor da água e podem corroer estruturas metálicas. Indicam possível contaminação por esgoto ou intrusão salina.

- Alcalinidade total

De acordo com o Ministério da Saúde (FUNASA, 2021), A alcalinidade mede a capacidade da água de neutralizar ácidos, sendo determinada principalmente pela presença de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ). Unidade de medida: mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

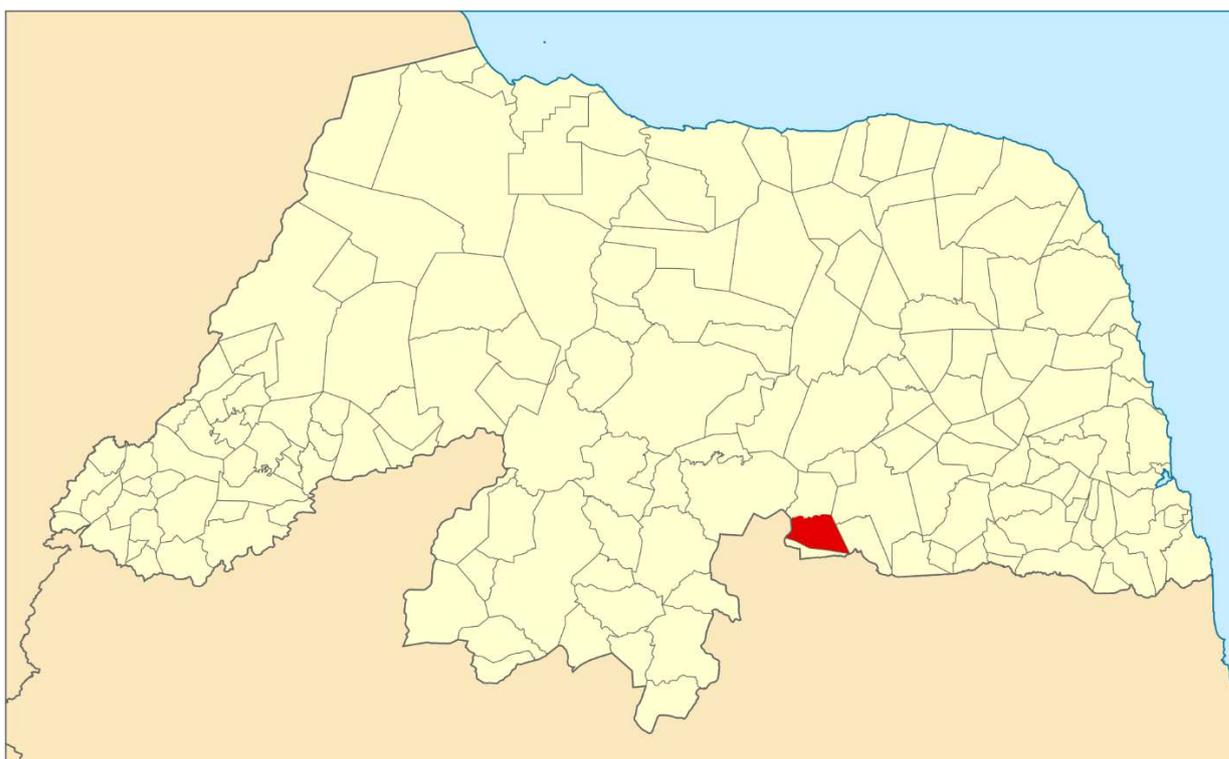
- Fatores que influenciam: Tipo de rochas na região, presença de carbonatos dissolvidos, efluentes industriais.
- Impactos: Alcalinidade moderada ajuda a manter o pH estável, valores muito altos podem indicar excesso de carbonatos, afetando a potabilidade.

## 4. Metodologia

### 4.1. Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no município de Coronel Ezequiel-RN, situado no Nordeste Brasileiro, na Borborema Potiguar, na Região do Trairí e próximo à fronteira com o Estado da Paraíba. Segundo os dados do IBGE (2022), a cidade dispõe de uma área de 185,8 km<sup>2</sup>, população de 5.117 habitantes, e densidade demográfica de 27,6 hab/km<sup>2</sup>, com latitude de 06° 23' 0'' Sul, longitude de 36° 12' 47'' Oeste e altitude de 561 metros. O município fica vizinho aos municípios de Jaçanã, Campo Redondo, Santa Cruz e São Bento do Trairí. Ao norte: Campo Redondo e Santa Cruz, Ao sul: Jaçanã, ao leste: São Bento do Trairí, ao oeste: Estado da Paraíba.

**Figura 2:** Mapa e localização de Coronel Ezequiel no estado do Rio Grande do Norte.



**Fonte:** Google, 2025.

O município de Coronel Ezequiel, teve sua origem no ano de 1808, com a fundação do povoado de Melão por José Joaquim da Silva. Em 1856, a população local foi afetada por uma epidemia de cólera, o que motivou a construção de uma capela em 1861, como expressão de fé e esperança. Com o crescimento do povoado, surgiram armazéns, comércios e um traçado urbano inicial. Em 1938, passou a se chamar Jericó, mas retomou o nome de Melão em 1943.

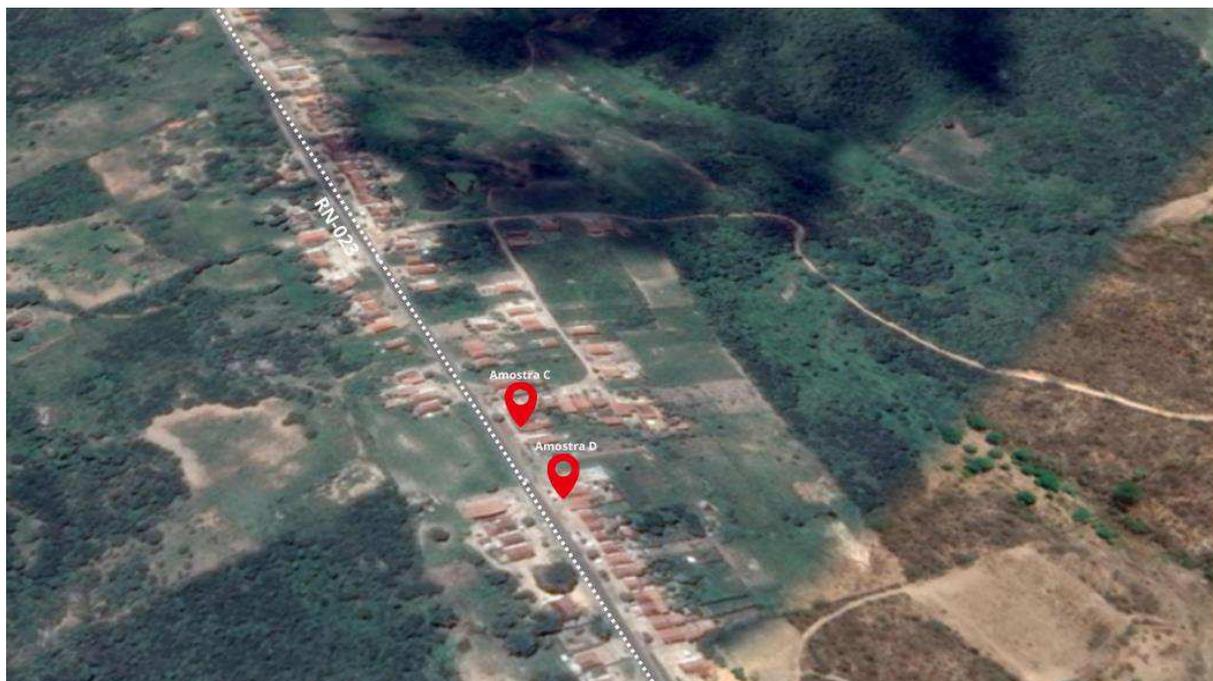
A emancipação política ocorreu em 11 de dezembro de 1953, com a criação oficial do município de Coronel Ezequiel, que foi instalado no ano seguinte. O seu nome é uma homenagem ao Coronel Ezequiel Mergelino de Souza, político, empresário e líder regional nascido em Araruna, na Paraíba. Reconhecido por sua influência econômica e social no Agreste Potiguar, o coronel teve papel relevante no desenvolvimento da região, (PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL EZEQUIEL, 2025).

**Figura 3:** Mapa e localização da coleta das amostras A e B com distância de 300 metros de cada uma na zona rural de Coronel Ezequiel-RN



**Fonte:** Google Earth, 2025.

**Figura 4** Mapa e localização da coleta das amostras B e C com distância de 250 metros na zona rural de Coronel Ezequiel – RN



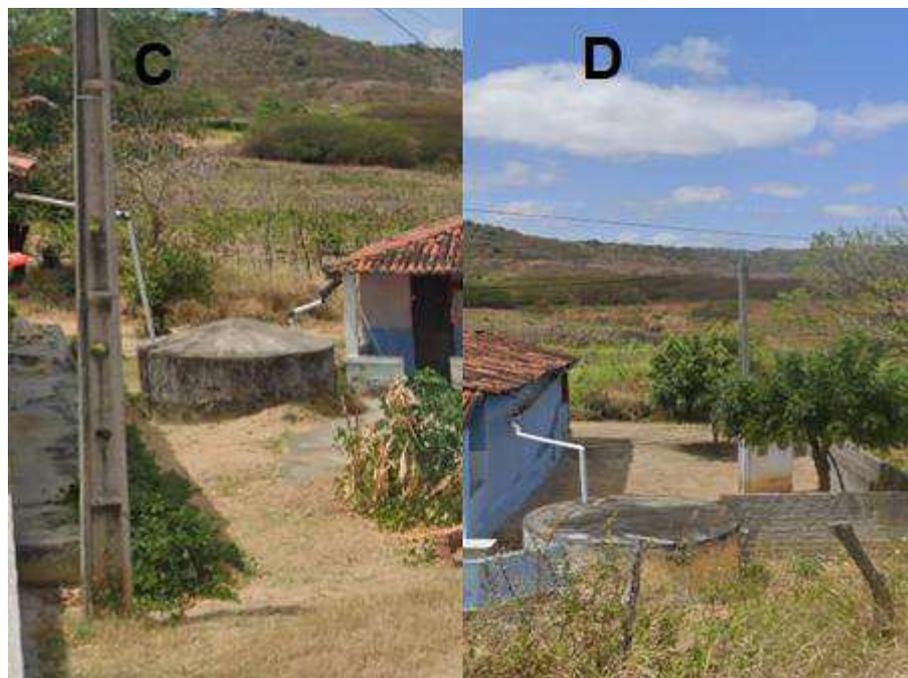
**Fonte:** Google Earth, 2025.

**Figura 5:** Localização das amostras A e B



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025.

**Figura 6:** Localização das amostras C e D



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025.

## 4.2. Amostragem e Coleta de amostras

Para a realização desta pesquisa, foram selecionadas quatro cisternas situadas na zona rural do município de Coronel Ezequiel-RN. Em cada ponto, foram coletadas três amostras, que foram devidamente identificadas e armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 1,0 litros. As garrafas, previamente higienizadas, foram completamente preenchidas e mantidas sob refrigeração até o momento da análise, a fim de preservar as características da água. O processo seguiu as metodologias recomendadas pelo Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2021).

**Tabela 1.** Localização das cisternas

<b>Amostra</b>	<b>Localidade</b>
<b>Ponto A – Cisterna 1</b>	<b>RN – 023</b>
<b>Ponto B – Cisterna 2</b>	<b>RN – 023</b>
<b>Ponto C – Cisterna 3</b>	<b>RN – 023</b>
<b>Ponto D – Cisterna 4</b>	<b>RN – 023</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025.

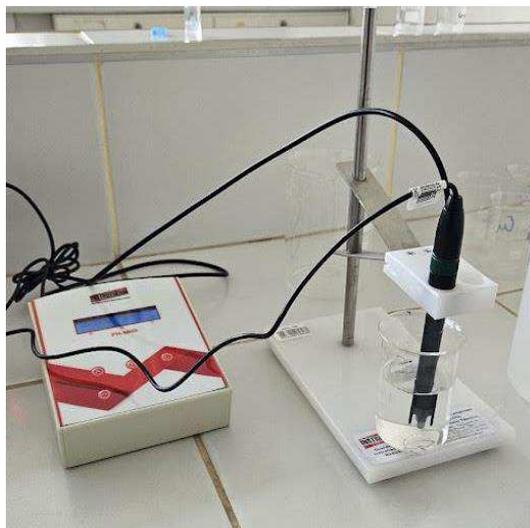
## 4.3. Determinação de parâmetros físico-químicos das amostras

Para determinação das propriedades físico-químicas da água será realizado medidas de pH, turbidez, condutividade, dureza e cloretos de todas as amostras coletadas das cisternas citadas acima.

## 4.4. Análise de pH

A determinação do pH é feita com o auxílio de um pHmetro PH-5000 Instrutherm, previamente calibrado com soluções tampão ácido de  $4,00 \pm 0,01$  e básico de  $7,00 \pm 0,02$  (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021).

**Figura 7:** pHmetro PH-5000 Instrutherm.

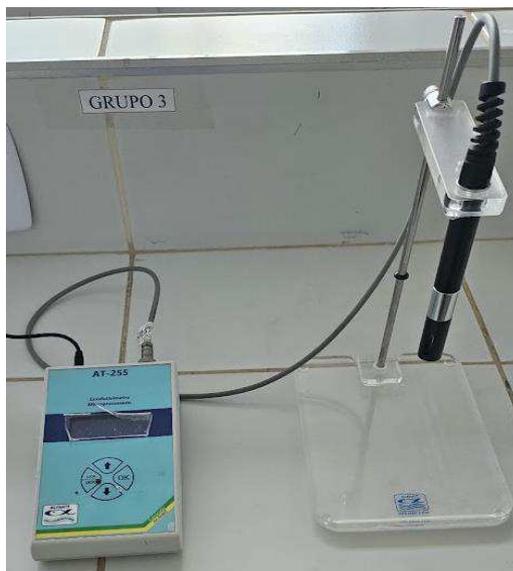


**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025.

#### **4.5. Análise de condutividade**

Para as medidas de condutividade foi utilizado um Condutivímetro AT-255 ALFAKIT, previamente calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl) ( $147,0 \pm 0,7$ )  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e ( $1408,0 \pm 7,0$ )  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a uma temperatura padronizada de  $25^\circ\text{C}$  (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021).

**Figura 8:** Condutivímetro AT-255 ALFAKIT



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025.

#### 4.6. Análise de Turbidez

As medidas de turbidez foram realizadas utilizando um turbidímetro microprocessado digital modelo DLT-WV, calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021).

**Figura 9:** Turbidímetro DLT- WV

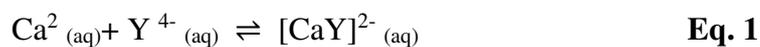


**Fonte:** Dados da pesquisa

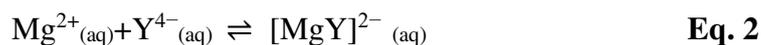
#### 4.7. Análise de Dureza

As medidas de dureza foram determinadas por titulação complexométrica utilizando EDTA como titulante, na presença de um indicador como o negro de eriocromo T (NET). O EDTA forma complexos estáveis 1:1 com íons metálicos divalentes como cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). (SKOOG et al., 2014, p. 363).

- Reação com Cálcio:



- Reação com Magnésio:



#### 4.8. Determinação de cloretos

As medidas de cloretos foram realizadas pelo método de Mohr, onde os íons cloreto são titulados com solução padrão de nitrato de prata na presença de cromato como indicador. O ponto final é indicado pela formação de um precipitado vermelho de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), que ocorre após a precipitação completa do cloreto como  $\text{AgCl}$  (SKOOG et al., 2014, p. 372).

- Precipitação dos íons cloreto com nitrato de prata:



- Ponto final indicado pela formação de cromato de prata:



#### 4.9. Análise de Alcalinidade

A determinação da alcalinidade foi realizada por meio do método de volumetria de neutralização, utilizando ácido sulfúrico  $0,02 \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$  como agente titulante e alaranjado de metila  $0,1 \text{ M}$  como solução indicadora, conforme as diretrizes da FUNASA (2021).

- Equação geral simplificada da reação do ácido sulfúrico com o carbonato é:



## 5. Resultados e Discussões

### 5.1. Medidas de pH

A medição do pH das amostras foram realizadas por meio de triplicatas, utilizando um pHmetro devidamente calibrado. O pH é uma medida que indica a acidez ou alcalinidade da água, sendo determinado pela atividade dos íons hidrogênio ( $H^+$ ) na solução. A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que valores abaixo de 7 indicam soluções ácidas, valores iguais a 7 são neutros e valores acima de 7 representam soluções alcalinas.

**Tabela 2.** Valores médios de pH e os desvios padrões das amostras analisadas

Parâmetros analisados	A	B	C	D	Portaria GM/MS nº 888 /2021.
<b>1ª Medição</b>	8,13	8,63	8,15	7,79	
<b>2ª Medição</b>	8,04	8,65	8,11	7,75	6,0 a 9,5
<b>3ª Medição</b>	8,08	8,62	8,06	7,72	
<b>Média ± DP</b>	8,08 ± 0,04	8,62 ± 0,02	8,11 ± 0,02	7,75 ± 0,02	

As amostras A, B, C e D apresentaram valores de pH variando entre 7,72 e 8,65, caracterizando um meio levemente alcalino em todas as amostras. Os resultados apresentaram boa reprodutibilidade, com desvios padrão variando entre 0,01 e 0,05, evidenciando consistência entre as medições realizadas. As maiores medidas foram observadas nas amostras da amostra B, com valores próximos a 8,65, enquanto a amostra D apresentou os menores valores médios de pH, situando-se entre 7,72 e 7,79. De modo semelhante, as amostras analisadas em Coronel Ezequiel-RN por FERREIRA et al. (2021) apresentaram pH médio de 7,1, também dentro da faixa de potabilidade estabelecida pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (6,0 a 9,5). A pequena diferença entre os estudos pode ser atribuída a fatores como origem da água e presença de compostos alcalinos dissolvidos.

A determinação do pH é fundamental na caracterização da qualidade da água, influenciando diversos processos químicos, biológicos e industriais. Pequenas variações no pH podem afetar a solubilidade de compostos, a biodisponibilidade de nutrientes e a eficiência de tratamentos químicos.

## 5.2. Análise de turbidez

A turbidez da água foi determinada por meio de triplicatas, utilizando um turbidímetro devidamente calibrado, com resultados expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), elas se baseiam em como a luz se dispersa ao passar por uma amostra de água com partículas em suspensão. Esse parâmetro está diretamente relacionado à presença de partículas em suspensão, como argila, silte, matéria orgânica e microrganismos, sendo um indicador importante da qualidade da água.

**Tabela 3.** Medidas de turbidez das amostras analisadas

Parâmetros analisados	A	B	C	D	Portaria GM/MS nº 888 /2021.
1ª Medição (NTU)	0,24	0,31	0,36	0,34	
2ª Medição (NTU)	0,26	0,28	0,36	0,36	5,0 NTU
3ª Medição (NTU)	0,24	0,28	0,37	0,36	
Média ± DP (NTU)	0,25 ± 0,01	0,29 ± 0,02	0,36 ± 0,01	0,35 ± 0,01	

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de turbidez para água potável é de 5,0 NTU, sendo recomendável que esse valor seja inferior a 1,0 NTU após a filtração, com vistas à eficácia do processo de desinfecção. As amostras analisadas apresentaram valores médios entre 0,25 NTU e 0,36 NTU, todos amplamente dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Os desvios padrão, que variaram entre 0,01 e 0,02 NTU, indicam boa reprodutibilidade entre as medições. No estudo de Ferreira et al. (2021), os valores de turbidez ficaram entre 0,5 e 0,8 NTU, também abaixo do limite máximo permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021. A baixa turbidez em ambas as análises indica uma concentração reduzida de partículas em suspensão, o que favorece a eficácia da desinfecção com agentes químicos.

A baixa turbidez encontrada sugere que a água apresenta boas condições quanto à presença de partículas, o que favorece a eficiência dos processos de tratamento, especialmente a desinfecção com agentes como o cloro. Assim, os resultados obtidos para esses parâmetros, atendem aos critérios de potabilidade estabelecidos para águas destinadas ao consumo humano.

### 5.3. Condutividade Elétrica

As análises foram realizadas em triplicata para cada amostra, e os resultados médios variaram conforme apresentado na Tabela 5. A maior condutividade média foi registrada na amostra A, com valor de 270,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (A3), enquanto a menor foi observada em B1 (75,52  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Os valores da condutividade da amostra A indicam águas com maior concentração de sais dissolvidos, podendo estar associada ao seu meio de armazenamento.

As amostras C e D apresentaram médias intermediárias, variando entre 129,9 e 130,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (amostra C) e 196,8 a 197,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Amostra D), com baixos desvios padrão entre 0,5 e 0,6), evidenciando alta reprodutibilidade das medições. Já amostra B apresentou a maior variabilidade, com desvio padrão de até 9,2 em B3, sugerindo possível interferência experimental ou heterogeneidade na amostra.

**Tabela 4.** Valores médios e desvio padrão de Condutividade Elétrica das amostras analisadas.

Parâmetros analisados	A	B	C	D	Portaria GM/MS nº 888 /2021
1ª Medição ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	266	75,94	129,4	196,8	Não especificado
2ª Medição ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	266,5	77,54	130,6	197,4	
3ª Medição ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	270,2	81,56	129,7	197,7	
Média $\pm$ DP ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	267,23 $\pm$ 2,30	78,35 $\pm$ 2,90	129,9 $\pm$ 0,6	197,3 $\pm$ 0,5	

Esses resultados indicam que as amostras C e D possuem condutividade compatível com águas de menor mineralização, enquanto a amostra A pode representar água com maior conteúdo salino, enquanto o estudo de Ferreira et al. (2021) indicou valores entre 179,6 e 187,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esse resultado aponta para uma maior mineralização das amostras analisadas por Ferreira, o que é compatível com o uso de águas subterrâneas oriundas de chafarizes, cuja condutividade tende a ser mais elevada em função do maior teor de íons dissolvidos. A condutividade, embora não indique diretamente a presença de contaminantes específicos, é um indicativo importante da carga iônica total e pode auxiliar no diagnóstico ambiental e no controle de processos de tratamento.

#### 5.4. Alcalinidade

A alcalinidade da água foi determinada por titulação ácido-base, utilizando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,02 mol/L como titulante e alaranjado de metila como indicador de pH. Esse parâmetro representa a capacidade da água de neutralizar ácidos, sendo influenciado principalmente pela presença de íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). Os resultados foram expressos em mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , conforme recomendado pela literatura técnica (SKOOG et al., 2014).

**Tabela 5.** Medidas de Alcalinidade das amostras analisadas.

Parâmetros analisados	A	B	C	D	Portaria GM/MS nº 888 /2021
<b>Volume <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> (mL)</b>	$0,4 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,6$	Não especificado
<b>Alcalinidade (mg/L <math>\text{CaCO}_3</math>)</b>	$8 \pm 0$	$6 \pm 0$	$8,7 \pm 1,2$	$8,0 \pm 1,2$	

Os valores médios de alcalinidade variaram entre 6,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (Amostra B) e 8,67 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (Amostra C). Os desvios padrão associados ao volume e à alcalinidade foram nulos para as amostras A e B, indicando alta precisão entre as repetições. Em contraste, as amostras C e D apresentaram maior variação entre replicatas ( $\pm 0,06$  mL e  $\pm 1,15$  mg/L, respectivamente), o que pode refletir diferenças naturais nas características das amostras. No trabalho de Ferreira et al. (2021) apresentam 6,0 a 8,67 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  nas amostras atuais, estando todos dentro de uma faixa que não compromete a qualidade da água nem oferece riscos à saúde.

### 5.5 Dureza

A dureza da água foi determinada por titulação complexométrica, utilizando EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) como agente titulante, e expressa em mg/L de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). A dureza representa a concentração de íons divalentes, especialmente cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), que reagem com o EDTA formando complexos estáveis. Esse parâmetro é de grande importância na avaliação da qualidade da água, pois influencia o sabor, a corrosividade, a formação de incrustações e o desempenho de detergentes.

**Tabela 6.** Valores médios e desvio padrão de dureza das amostras analisadas.

Parâmetros analisados	A	B	C	D	Portaria GM/MS nº 888 /2021
Volume EDTA (mL)	0,20 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,30 ± 0,01	
Dureza (mg/L $\text{CaCO}_3$ )	4,0 ± 0,1	2,0 ± 0,1	4,0 ± 0,1	6,0 ± 0,1	500 mg/L $\text{CaCO}_2$

As análises foram conduzidas em triplicata para quatro grupos de amostras (A, B, C e D). Os valores médios de dureza variaram entre 2,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  e 6,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , com destaque para a amostra D, que apresentou a maior média (6,005 mg/L), refletindo maior concentração de íons responsáveis pela dureza. Por outro lado, a amostra B apresentou a menor dureza média (2,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ), indicando uma água considerada mole ou branda segundo as classificações do ministério da saúde (2013). Em contrapartida, Ferreira et al. (2021) encontraram valores entre 103,5 e 126,1 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , caracterizando uma dureza moderada. Essa diferença corrobora a maior presença de cátions divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) nas águas subterrâneas dos chafarizes, em comparação com as fontes analisadas no presente estudo.

As variações entre as amostras refletem diretamente o volume de EDTA consumido durante a titulação, uma vez que há proporcionalidade entre o volume titular e a concentração dos íons presentes na amostra.

Nesse contexto, todas as amostras analisadas se enquadram nessa faixa, indicando boa qualidade em relação à dureza, com baixo potencial de formação de incrustações em tubulações e equipamentos.

## 5.6 Teor de Cloretos

A determinação de cloretos foi realizada por meio da volumetria de precipitação, utilizando Nitrato de Prata 0,1 M, conforme o método de Mohr. O Cromato de Potássio 0,1 M será empregado como indicador, de acordo com as recomendações da FUNASA (2013).

Nesse procedimento, os íons cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) presentes na amostra reagem com o  $\text{Ag}^+$ , formando um precipitado branco de cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ). O ponto final da titulação é identificado pela formação de um leve precipitado vermelho de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), indicando o excesso de íons prata.

**Tabela 7.** Valores médios e desvio padrões para teor de cloretos das amostras analisadas.

Parâmetros analisados	A	B	C	D	Portaria GM/MS nº 888 /2021
Volume $\text{AgNO}_3$ (mL)	$0,9 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	250 mg/L
Teor de Cloretos (g/L)	$0,03 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,1$	$0,03 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,1$	

As amostras analisadas apresentaram médias dos teores de cloretos variando entre 0,018 e 0,032 g/L. A amostra C apresentou a maior concentração média (0,032 g/L), com variações mínimas entre as triplicatas (desvio padrão de 0,1), indicando boa reprodutibilidade. Já a amostra D apresentou o menor teor médio (0,018 g/L), também com desvio padrão baixo, sugerindo consistência nos resultados.

A amostra A demonstrou uma leve variação entre as amostras (desvio padrão de 0,01), embora a média também tenha sido de 0,032 g/L. Por outro lado, a amostra B apresentou valor médio inferior (0,021 g/L), o que pode estar relacionado a menor concentração de sais dissolvidos, possivelmente devido à origem ou ao tratamento da amostra. Em comparação com 0,4 mg/L encontrados por Ferreira et al. (2021). Esses resultados sugerem baixa salinidade e boa aceitação sensorial da água.

Do ponto de vista da potabilidade, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, o limite máximo permitido para cloretos em água potável é de 250 mg/L (ou 0,25 g/L). Todos os valores obtidos nas amostras analisadas estão significativamente abaixo desse limite, indicando conformidade com os padrões de qualidade para consumo humano.

## 6. Conclusão

A análise físico-química das águas de cisternas localizadas na zona rural de Coronel Ezequiel-RN apresentou que de forma geral, as amostras se encontram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde. Os parâmetros avaliados como; pH, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza total e teor de cloretos apresentaram valores compatíveis com águas adequadas para consumo humano, ainda que algumas variações tenham sido observadas entre os pontos analisados.

Os resultados de pH indicaram um meio alcalino, com valores entre 7,72 e 8,65, o que está dentro da faixa recomendada para água potável. A turbidez permaneceu abaixo de 1,0 NTU, o que favorece os processos de desinfecção e indica baixa presença de partículas em suspensão. Os valores de condutividade elétrica, embora distintos entre as amostras, foram consistentes com a mineralização esperada para águas pluviais armazenadas em cisternas, especialmente nas amostras A e D, onde se observou maior concentração de íons dissolvidos.

Em relação à alcalinidade, as variações foram pequenas, com valores médios entre 6,0 e 8,67 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , muito abaixo do valor de referência de 250 mg/L, indicando uma capacidade moderada de tamponamento da água e baixa presença de íons carbonato, bicarbonato e hidróxido. Já a dureza total variou entre 2,00 e 8,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , também muito inferior ao limite máximo de 500 mg/L estabelecido para águas potáveis, sendo classificada como muito baixa. Essa condição reduz os riscos de formação de incrustações em tubulações e equipamentos, embora possa interferir levemente no sabor da água. Já, os teores de cloretos foram significativamente inferiores ao limite de 250 mg/L, com concentração máxima de 0,035 g/L (35 mg/L), evidenciando a ausência de contaminação salina ou por esgotos.

Diante desses resultados, conclui-se que as amostras das cisternas analisadas apresentaram qualidade físico-química satisfatória para consumo humano, desde que seja mantido um processo regular de manutenção, limpeza e proteção das estruturas de captação. A implementação de práticas simples, como filtração na entrada da cisterna e uso de tampas vedadas, pode contribuir para garantir a segurança hídrica das populações rurais. Além disso, recomenda-se o monitoramento contínuo, incluindo análises microbiológicas complementares, como medida de precaução para assegurar a saúde pública na região.

Este trabalho revelou-se de grande importância por oferecer informações relevantes sobre a qualidade da água armazenada em cisternas na zona rural de Coronel Ezequiel-RN, já que existem poucos estudos relacionados ao município citado e assim, contribuindo para o diagnóstico das condições hídricas de uma região inserida no contexto de escassez do Semiárido Brasileiro. Ao comprovar que a água coletada atende aos critérios legais de potabilidade, o estudo também fortalece a validade do uso de cisternas como alternativa viável de abastecimento domiciliar, sobretudo em áreas não atendidas por redes de distribuição convencionais.

Apesar dos resultados físico-químicos indicarem qualidade satisfatória da água armazenada nas cisternas, é importante destacar que as análises microbiológicas não foram realizadas, o que limita uma avaliação completa da potabilidade. A presença de coliformes ou outros microrganismos patogênicos não pode ser descartada apenas com base em parâmetros físico-químicos. Portanto, recomenda-se a inclusão de testes microbiológicos em estudos futuros, como medida essencial para garantir a segurança sanitária da água consumida. Essa etapa é fundamental para assegurar um diagnóstico mais abrangente e confiável da qualidade hídrica.

Portanto, a pesquisa cumpriu um papel estratégico e social, ao alertar para a necessidade de monitoramento contínuo da água e incentivar boas práticas de manejo e conservação. Os dados obtidos também podem embasar políticas públicas locais e ações educativas voltadas para a gestão sustentável da água.

## 7. Referências

- ABREU, L. M., Granemann, S. R., & Gartner, I. (2000). **Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.
- ALVES, T. M.; SANTOS, J. S. **Avaliação da qualidade de águas de cisternas da zona rural e urbana do município de Cuité–PB**. Revista Ciência, Educação e Saúde, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2020. Disponível em: Periódicos UFCG. Acesso em: 8 jan. 2025.
- AMORIM, M. C. C. DE PORTO, E. R. **Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE**. (2001)
- BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de Análise de água**. 2ª ed.2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- BARRETO, D. **Perfil do consumo residencial de água na zona oeste de São Paulo: uma análise dos usos finais**. Ambiente Construído, v. 8, n. 3, p. 57-67, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/5358/3280>. Acesso em: 8 jan. 2025.
- BAIRD, R. B.; ANDREW, D. E.; RICE, E. W. (Ed). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.
- CAVALCANTE, R. B. et al. **Influência do material das cisternas na qualidade da água armazenada no semiárido nordestino**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, n. 3, p. 567-575, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/>. Acesso em: 31/01/2025.
- CÂNDIDO, Suzana Alves. **Análise e Caracterização do Consumo de Água de Municípios do Rio Grande do Norte na Região Semiárida**. UFERSA, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstreams/7bb49a87-dc66-45ca-85a1-9dad11187f2b/download>.
- COSTA, M. R. et al. **Qualidade da água de cisternas em comunidades rurais: desafios e soluções**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/112233445>. Acesso em: 22 jan. 2025.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sustentabilidade da agricultura e do uso da água**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87748066/artigo-sustentabilidade-da-agricultura-e-do-uso-da-agua/>. Acesso em: 8 jan. 2025.
- FERREIRA, José Romildo Cazé; ARAÚJO, Ana Maria de Souza; DANTAS, Lorena Vanessa Medeiros; FERREIRA, Breno do Nascimento; SILVA, Denise Domingos da. **Análises físico-químicas de águas de chafarizes do município de Coronel Ezequiel-RN**. Educação, Ciência e

*Saúde*, Cuité, v. 8, n. 1, p. 20–32, jan./jun. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20438/ecs.v8i1.395>. Acesso em: 3 abr. 2025.

FREITAS, M.B. **Tratamento de Água para Consumo Humano: Fiocruz/ENSP-Departamento de saneamento Ambiental**, Rio de Janeiro, 2001.

FREIRE, J., & Sousa, A. A. (2000). **O controle da qualidade da água distribuída nos municípios do sistema multimunicipal de abastecimento de água ao público**. Estudos Realizados pelas Águas do Porto.

FELIPPE, R. R.; REIS, J. G. **Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento**. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 1-12, jul./dez. 2016.

FORTES, A. C. C. BARROCAS, P. R. G.; KLIGERMAN, D. C. **A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso**. *Saúde em Debate*, v. 43, n. Esp. 3, p. 20-34, 2020.

FRAGA, V. S.; MATTIAS, J. L.; CHAGAS, M. C. B.; PIRES, D. C. **Qualidade da água subterrânea para consumo humano e uso agrícola no sul do estado do Espírito Santo**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 1–17, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276244775>. Acesso em: 25 mar. 2025.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Portaria GM/MS nº 888**, de 4 de maio de 2021.

NOGUEIRA, D. S.; SANTOS, M. A. S.; SCHMITT, J. **Segurança hídrica, adaptação e gênero: o caso das cisternas para captação de água de chuva no semiárido brasileiro**. *Sustentabilidade em Debate*, v. 8, n. 3, p. 132–146, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322343955>. Acesso em: 25 mar. 2025.

OROZCO, M. M. D.; OLIVEIRA, J. G.; ANDRADE, N. L. R.; RIBEIRO, J. G. S.; HANAI, F. Y. **Estimativa do consumo de água no processo produtivo de indústria frigorífica de bovinos em Ji-Paraná/Rondônia**, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL EZEQUIEL. **História do Município**. 2023. Disponível em: <https://coronelezequiel.rn.gov.br/historia/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

SILVA, R. M. et al. **Qualidade da água de cisternas no semiárido brasileiro: uma revisão**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 356-363, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/>.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **"Ciclo da água"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm>. Acesso em 08 de janeiro de 2025.

SAMUEL, P. J. **Análise dos parâmetros físico-químicos da água armazenada em cisternas**

**na região do Maciço de Baturité – CE.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, 2021. Disponível em: [repositorio.unilab.edu.br](https://repositorio.unilab.edu.br). Acesso em: 8 jan. 2025.

SILVA, A. C.; ARAÚJO, M. F. **Qualidade físico-química de água de cisterna: estudo de caso no município de Queimadas – PB.** In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2019.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica.** 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. Capítulo 12 – Reações Complexométricas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **O uso da água na agricultura.** 2022. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2022/08/23/o-uso-da-agua-na-agricultura/>. Acesso em: 8 jan. 2025.