



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

VALESSA DA SILVA LIMA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS ARMAZENADAS EM CISTERNAS
EM SUAS IMPLICAÇÕES EM UMA COMUNIDADE RURAL DO SEMIÁRIDO DA
PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE
2024**

VALESSA DA SILVA LIMA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS ARMAZENADAS EM CISTERNAS
EM SUAS IMPLICAÇÕES EM UMA COMUNIDADE RURAL DO SEMIÁRIDO DA
PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento do Curso de Bacharelado em
Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Meio Ambiente

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz

**CAMPINA GRANDE –PB
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima, Valessa da Silva.

Avaliação da qualidade das águas armazenadas em cisternas em suas implicações em uma comunidade rural do semiárido da Paraíba [manuscrito] / Valessa da Silva Lima. - 2024.

50 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia sanitária e ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dra. Marcia Ramos Luiz, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT".

1. Cisternas - qualidade da água. 2. Potabilidade da água. 3. Segurança hídrica. 4. Armazenamento de água - saúde pública. I. Título

21. ed. CDD 628.1

VALESSA DA SILVA LIMA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS ARMAZENADAS EM CISTERNAS
EM SUAS IMPLICAÇÕES EM UMA COMUNIDADE RURAL DO SEMIÁRIDO DA
PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento do Curso de Bacharelado em
Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

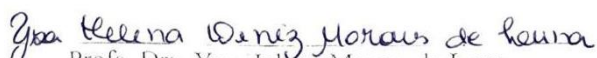
Área de concentração: Meio Ambiente

Aprovada em: 14/11/2024.

BANCA EXAMINADORA


Profª. Dra. Márcia Ramos Luiz
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Profª. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Profª. Dra. Vero Helena Moraes de Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Agradeço a minha família, pela base sólida de apoio e por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Alcançar este momento não foi simples, a jornada foi repleta de obstáculos e desafios, Em alguns momentos, imaginei que não conseguiria, mas sempre pedi a Deus que estivesse ao meu lado me capacitando. Persistir diante das adversidades e, hoje, sinto imenso orgulho da minha trajetória.

A realização deste trabalho representa a concretização de um ciclo de dedicação, esforço e aprendizado, que só foi possível graças ao apoio e incentivo de muitas pessoas. Expresso aqui minha profunda gratidão a todos que contribuíram para essa conquista.

À memória dos meus avós, Margarida Glicéria da Conceição e Antônio Felipe da Silva Lima, por seus grandes ensinamentos e pela confiança inabalável que sempre depositaram em mim, transmitindo a certeza de que eu seria capaz de superar qualquer desafio. Sinto-me profundamente grata por seus legados, que continuam a me inspirar.

Aos meus pais e irmãos, que sempre me ofereceram apoio incondicional, compreensão e motivação. Vocês foram a minha força em todos os momentos e são parte essencial desta conquista.

À minha orientadora, a Professora Dra. Márcia Ramos Luiz, agradeço pelo comprometimento, paciência e orientação ao longo deste processo. Sua expertise e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e colegas, que estiveram presentes ao longo da caminhada, compartilhando ideias, desafios e conquistas, e contribuindo para que este trabalho fosse possível.

A banca pelas contribuições na finalização do trabalho.

A todos que, de alguma forma, apoiaram e acreditaram em mim, fica aqui o meu mais sincero agradecimento.

“A água é um recurso essencial para a vida e, portanto, sua proteção deve ser uma prioridade na sociedade moderna.”

José Galizia Tundisi

RESUMO

A água é essencial para a saúde, o bem-estar e o desenvolvimento das sociedades, sendo indispensável para o consumo humano, a agricultura e as atividades industriais. No Brasil, apesar da abundância de recursos hídricos, a distribuição desigual das fontes de água gera problemas, especialmente no semiárido, que enfrenta longos períodos de seca. Nesse contexto, programas como o Programa Um Milhão de Cisternas e a Articulação no Semiárido Brasileiro são fundamentais para promover a captação e o armazenamento de água da chuva, suprimindo as necessidades das comunidades rurais. Porém, a qualidade da água armazenada nas cisternas é uma preocupação constante, devido à falta de manutenção adequada e práticas de manejo ineficientes que podem comprometer sua potabilidade, trazendo riscos à saúde. O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade da água armazenada em cisternas no sítio quirino da comunidade rural da Paraíba e suas implicações para a saúde dos moradores. Este estudo foi realizado em uma comunidade rural do estado da Paraíba, onde foram coletadas amostras de água de dez cisternas (codificadas de C1 a C10). e em seguidas submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas, em conformidade com a legislação vigente de potabilidade. Também foram aplicados questionários aos moradores. Os resultados obtidos indicaram que, em sua maioria, as cisternas analisadas fornecem água de boa qualidade microbiológica, com ausência de *E. coli*. No entanto, a presença de *E. coli* na amostra C9 chama a atenção para a possibilidade de contaminação local, o que alerta para a necessidade de práticas regulares de limpeza e tratamento adequadas da água armazenada. Isso pode ser atribuído à falta de práticas adequadas de limpeza e manutenção das cisternas, o que favorece a proliferação de microrganismos patogênicos. Os resultados obtidos destacaram a necessidade urgente de um monitoramento contínuo e rigoroso da qualidade da água nas cisternas, aliado à implementação de práticas de manejo e manutenção adequadas.

Palavras-Chave: cisternas; qualidade da água; potabilidade da água; saúde pública. armazenamento de água, segurança hídrica.

ABSTRACT

Water is essential for the health, well-being and development of societies, being indispensable for human consumption, agriculture and industrial activities. In Brazil, despite the abundance of water resources, the uneven distribution of water sources creates problems, especially in the semi-arid region, which faces long periods of drought. In this context, programs such as the One Million Cisterns Program and the Articulation in the Brazilian Semi-Arid are fundamental to promoting the capture and storage of rainwater, meeting the needs of rural communities. However, the quality of the water stored in the cisterns is a constant concern, due to the lack of proper maintenance and inefficient management practices that can compromise its potability, posing health risks. The aim of this study was to analyze the quality of water stored in cisterns at the Quirino site in a rural community in Paraíba and its implications for the health of residents. This study was carried out in a rural community in the state of Paraíba, where water samples were collected from ten cisterns (coded C1 to C10) and then subjected to physical-chemical and microbiological analysis in accordance with current drinking water legislation. Questionnaires were also administered to residents. The results obtained indicate that, for the most part, the cisterns analyzed provide water of good microbiological quality, with no *E. coli*. However, the presence of *E. coli* in the sample

Keywords: cisterns; water quality; water potability; public health. water storage, water security.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cisterna no semiárido Paraibano.....	16
Figura 2: Faixa de pH.....	21
Figura 3: Mapa geográfico do Município de Juarez Távora-PB.....	24
Figura 4: Ponto de coleta de amostra para análise de água de cisternas, no sítio Quirino, zona rural do município de Juarez Távora- PB.....	25
Figura 5: Turbidímetro utilizado nas análises.....	27
Figura 6: Colorímetro utilizado nas análises.....	27
Figura 7: pHmetro utilizado nas análises.....	28
Figura 8: Condutivímetro utilizado nas análises.....	28
Figura 9: Cisterna analisadas.....	36

LISTA DE TABELA

Tabela 1:Resposta do questionários aplicados aos moradores sobre a Qualidade da Água.....	33
Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas das águas de cisterna da zona rural do Sítio Quirino.....	37
Tabela 3: Resultado das análises de Escherichia coli nas cisternas analisada.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivos Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 Água e o Impacto na Saúde Humana.....	14
3.1.1 Recursos Hídricos no Nordeste.....	15
3.2 Captação de Água da Chuva para Fins de Abastecimento.....	16
3.2.1 Educação Sanitária.....	17
3.3 Propriedades Físico-Químicas.....	18
3.4 Análises Físico-Químicas.....	19
3.4.1 Sólidos Dissolvidos Totais.....	20
3.4.2 Turbidez.....	20
3.4.3 Cor Aparente.....	20
3.4.4 PH.....	20
3.4.5 Condutividade Elétrica.....	21
3.4.6 Cloro Total.....	21
3.4.7 Dureza Total.....	22
3.4.8 Alcalinidade.....	22
3.4.9 Cloretos.....	22
3.5 Análise Microbiológica.....	23
3.5.1 Análise microbiológica de Escherichia coli.....	21
6 METODOLOGIA.....	24
6.1 Área de estudo.....	24
6.1.1 Levantamento de Dados.....	25
6.2 Coleta das Amostras.....	26
6.3 Análise Físico-Químicas.....	26
6.3.1 Sólidos Totais e Salinidade.....	26
6.3.2 Turbidez.....	27
6.3.3 Cor Aparente.....	27
6.3.4 pH.....	28
6.3.5 Condutividade Elétrica.....	28
6.3.6 Cloro Residual livre.....	29
6.3.7 Dureza Total.....	29
6.3.8 Alcalinidade.....	30

6.1.8 Cloretos.....	30
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
7.1 Área de estudo.....	32
7.2. Aplicação de Questionários.....	32
7.3 Diagnóstico do uso e das estruturas das cisternas.....	35
7.4 Análises Físico-químicas de Águas de Cisternas.....	37
7.5 Análises de Escherichia coli de Águas de Cisternas.....	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO A - QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS MORADORES.....	49

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água potável é essencial para a saúde e o bem-estar da população. No semiárido brasileiro, a escassez hídrica é um desafio constante que afeta significativamente a qualidade de vida das comunidades rurais (Moura et al., 2015). A Paraíba, localizada nessa região, enfrenta longos períodos de seca e limitações no acesso a fontes seguras de água (Silva et al., 2017).

Nesse contexto, as cisternas têm desempenhado um papel crucial na sobrevivência de comunidades rurais do semiárido brasileiro e surgem como uma solução importante para captação e armazenamento de água da chuva, sendo uma alternativa crucial para o abastecimento hídrico dessas populações (Souza et al., 2019).

A qualidade da água armazenada nas cisternas é uma grande preocupação, pois a falta de manutenção adequada e práticas de manejo ineficazes podem resultar em contaminação, colocando em risco a saúde dos moradores.

A importância de assegurar a qualidade da água consumida por essas comunidades não pode ser subestimada. A água contaminada pode disseminar doenças de veiculação hídrica, especialmente, perigosas em áreas onde o acesso a serviços de saúde é limitado (Costa et al., 2020). Além disso, a educação sanitária e a implementação de políticas públicas adequadas são fundamentais para promover práticas seguras de armazenamento e uso da água (Ferreira et al., 2018).

Este estudo é importante, tanto para a comunidade científica, quanto para as populações rurais que utilizam cisternas como principal fonte de água. Ao analisar a qualidade da água armazenada e as práticas de manejo empregadas, a pesquisa pode influenciar na formulação de políticas públicas voltadas à segurança hídrica no semiárido.

Seus resultados poderão servir de base para programas de capacitação, incentivando melhores práticas na gestão das cisternas e, consequentemente, melhorando a qualidade da água e a saúde da população. Sendo a educação sanitária uma ferramenta essencial para capacitar as comunidades e garantir o manejo seguro da água e combinada às políticas públicas de apoio, podem assegurar que as cisternas continuem a desempenhar seu papel vital no abastecimento dessas populações vulneráveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

Analisar a qualidade da água armazenada em cisternas no sítio Quirino, comunidade rural do semiárido da Paraíba e suas implicações para a saúde dos moradores.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais contaminantes presentes na água armazenada.
- Avaliar as práticas de manejo adotadas pelos moradores na manutenção das cisternas.
- Realizar análise físico-químicas e microbiológicas.
- Aplicar questionários aos moradores para coletar informações sobre a percepção e as experiências da comunidade em relação à qualidade da água das cisternas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 *Água e o Impacto na Saúde Humana*

A água de qualidade é essencial para a saúde e bem-estar humano, sendo vital para a prevenção de doenças e o desenvolvimento social. Segundo a Fundação Nacional de Saúde, o acesso à água potável e ao saneamento básico é um direito humano essencial, fundamental para reduzir a pobreza e promover o desenvolvimento sustentável. Assim, garantir a avaliação e o controle da qualidade da água torna-se indispensável para proteger a saúde pública e evitar a propagação de doenças pelo abastecimento (FUNASA, 2013).

Para ser considerada própria para consumo humano, a água deve atender aos padrões de potabilidade definidos pela legislação vigente, que estabelecem condições físicas, tais como cor aparente, turbidez, odor e sabor; produtos químicos e microbiológicos, com ausência de microrganismos patogênicos. Esses limites visam garantir que a água atenda às características de segurança e qualidade para o consumo, promovendo a saúde e prevenindo doenças de origem hídrica (BRASIL, 2021).

O acesso à água potável é fundamental para a saúde pública, prevenindo doenças transmitidas pela água contaminada. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) alerta que pelo menos 2 milhões de pessoas morrem a cada ano no mundo devido ao consumo de água contaminada, evidenciando a gravidade desse problema de saúde pública (Saita et al., 2017).

Segundo a (OMS,2017), cerca de 88% das mortes por diarreia no mundo são atribuídas à má qualidade da água, ao saneamento inadequado e à falta de higiene. Essa condição afeta, principalmente, as populações de baixa renda, que muitas vezes enfrentam subnutrição e condições de higiene deficientes. Essa doença resulta em mais mortes de crianças do que doenças como AIDS, malária e sarampo juntos.

A má distribuição de recursos hídricos no Brasil é um problema significativo, especialmente, nas regiões semiáridas do Nordeste, onde a escassez de água se tornou uma realidade, e poucas localidades são exceção. Essa situação afeta diretamente a qualidade da água disponível, tornando o acesso à água potável um desafio ainda maior para a população. (Araújo,2021) destacam que, apesar dos esforços para melhorar as condições de abastecimento, a desigualdade no acesso à água persiste, revelando a necessidade de investimentos em infraestrutura e políticas públicas que assegurem a distribuição equitativa dos recursos hídricos.

3.1.1 Recursos Hídricos no Nordeste

Os recursos hídricos no Nordeste brasileiro são historicamente desafiadores devido à irregularidade das chuvas, evaporação elevada e características geográficas do semiárido, região que abrange cerca de 90% do território nordestino (ANA, 2022).

Um gerenciamento adequado dos recursos hídricos no Nordeste é essencial para enfrentar os desafios decorrentes da escassez de água, agravados pelo clima semiárido da região. Nesse contexto, as cisternas tornaram-se uma estratégia fundamental para a captação de água da chuva e seu armazenamento, especialmente, em comunidades rurais que enfrentam escassez hídrica prolongada (Medeiros et al., 2020).

A Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA, 2008) é uma rede formada por mil organizações da sociedade civil, que atuam na gestão e no desenvolvimento de políticas de convivência com a região semiárida, promovendo a implementação de tecnologias sociais que são fundamentais para a sobrevivência e resiliência das comunidades do semiárido (ASA, 2021).

Dentre essas tecnologias, destacam-se as cisternas para a captação de água da chuva, barragens subterrâneas e práticas agrícolas adaptadas às condições climáticas locais, que permitem que as comunidades locais tenham acesso a água para beber e para uso agrícola, reduzindo a dependência de fontes externas e aumentando a segurança hídrica (Carvalho; Santos, 2017)

O primeiro programa desenvolvido pela ASA, no início dos anos 2000, visou, e ainda, visa atender a necessidade básica da população que vive no campo: água para consumo humano. Com esse intuito nasceu o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) (Figura 1), com o intuito de melhorar a vida das famílias que vivem na Região Semiárida do Brasil, garantindo o acesso à água de qualidade.

O P1MC possibilitou e ainda possibilita inúmeros avanços não só para as famílias, mas para as comunidades rurais como um todo, como o aumento da frequência escolar, a diminuição da incidência de doenças em virtude do consumo de água contaminada e a diminuição da sobrecarga de trabalho das mulheres (ASA, 2021).

Em regiões semiáridas do Brasil, como a Paraíba, as cisternas têm sido amplamente utilizadas para armazenar água da chuva, contribuindo significativamente para a sobrevivência das populações locais (Viriato, 2017). Esses sistemas de captação, quando bem geridos, podem fornecer uma solução sustentável para a crise hídrica, melhorando a qualidade de vida e promovendo o desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais (Rodrigues, 2020)

Figura 1. Cisterna no semiárido paraibano.



Fonte: OECO (2023).

3.2 Captação de Água da Chuva para Fins de Abastecimento

A captação e o armazenamento de água da chuva em cisternas proporcionam diversos benefícios à população do semiárido brasileiro, sendo utilizados em diversas atividades cotidianas, especialmente para o consumo humano. Apesar dos ganhos evidentes, como a economia de água e a melhoria na qualidade de vida das famílias que residem nessas regiões, o entendimento sobre a importância da coleta de água da chuva ainda é limitado entre alguns técnicos, governantes e parte da população. Segundo Silva e Oliveira (2018), a conscientização sobre a coleta de água da chuva é essencial para maximizar os benefícios dessa prática e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos nas comunidades rurais.

O manual para captação emergencial e uso doméstico de água da chuva (Alms, 2022), destaca que a implementação de sistemas de captação deve considerar fatores como o dimensionamento da área de coleta, os materiais adequados para a construção dos reservatórios e o tratamento básico da água coletada (Alms, 2022). Esses sistemas podem ser utilizados não apenas em situações de emergência, mas também como uma prática regular de gestão de recursos hídricos.

Nesse contexto, (Leal, 2015) argumenta que o uso de cisternas, em conjunto com outras tecnologias, como barragens e barreiros, pode atender às demandas por água, tanto para consumo doméstico, quanto para a produção de alimentos e atividades de saneamento. Assim, a integração dessas tecnologias expande a capacidade das comunidades de enfrentar a escassez de água e garante maior resiliência hídrica.

A qualidade da água armazenada em cisternas precisa ser cuidadosamente monitorada, especialmente quando destinada ao consumo humano. Fatores como a localização das cisternas, a manutenção do sistema de coleta e as práticas culturais de manejo influenciam diretamente

essa qualidade. O manejo inadequado, a contaminação microbiológica e a ausência de práticas regulares de manutenção são elementos que podem comprometer a segurança da água armazenada (Carvalho et al., 2019).

A tecnologia de captação de água da chuva varia conforme o objetivo do uso. Para o uso não potável, como irrigação de jardins e descarga de sanitários, a água pode ser armazenada sem a necessidade de tratamentos complexos (Rodrigues, 2020). Já com o objetivo de consumo humano, há necessidade de tratamento adequado, como filtração e desinfecção, para garantir a qualidade da água (Univates, 2020).

As iniciativas de educação ambiental e conscientização sobre o uso racional da água pluvial têm sido fundamentais para o sucesso dessas práticas. Programas de conscientização, conforme apontam Galdenoro e Lizzi (2008), são essenciais para garantir que as comunidades adotem medidas de conservação e utilizem a água de forma eficiente e segura.

3.2.1 Educação Sanitária

A educação sanitária desempenha um papel fundamental na promoção da saúde pública e na gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em regiões vulneráveis, como o semiárido brasileiro.

Nesse contexto, a conscientização da população sobre o uso adequado dos recursos disponíveis torna-se essencial para garantir práticas seguras e sustentáveis. Segundo Ferreira et al. (2018), a educação sanitária, associada ao manejo de cisternas no semiárido, tem sido uma ferramenta eficaz para melhorar a qualidade de vida das comunidades locais.

Isso se deve ao fato de que, em áreas onde a escassez de água é uma realidade constante, a implementação de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva é uma prática amplamente adotada. Entretanto, para que essa prática tenha êxito, é indispensável que, além da infraestrutura física, haja educação sanitária contínua, garantindo o uso seguro das cisternas e evitando a contaminação da água.

A importância de programas educativos voltados ao manejo de cisternas se estende para além da simples transmissão de informações. Ferreira e Nascimento (2019) argumentaram que tais programas devem ser adaptados às realidades locais, considerando os saberes tradicionais e as práticas culturais das comunidades.

Essa abordagem participativa fortalece a autonomia das populações e assegura a sustentabilidade dos projetos de manejo de cisternas, criando um ciclo de aprendizado e conscientização que vai ao encontro das necessidades específicas de cada localidade.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) ressaltou que a educação em saúde é um pilar fundamental para a promoção de práticas seguras e sustentáveis em áreas de vulnerabilidade. A educação, nesse sentido, é vista como um mecanismo para transformar comportamentos, garantindo o uso correto das cisternas e a preservação da qualidade da água armazenada. A transmissão de conhecimentos técnicos e a conscientização sobre práticas higiênicas são essenciais para evitar contaminações e garantir a saúde das populações.

Silva e Santos (2018) apontam que a comunicação e a educação em saúde enfrentam desafios significativos, especialmente em comunidades rurais e semiáridas. Ainda assim, desempenham um papel crucial na mudança de hábitos e na melhoria das condições de vida.

No semiárido brasileiro, a educação sanitária vai além do ensino das técnicas de captação de água: envolve a conscientização sobre a manutenção adequada das cisternas e a adoção de práticas de higiene, com vistas a evitar a disseminação de doenças hídricas. Desse modo, a educação não apenas capacita as comunidades, mas também contribui para a construção de práticas mais sustentáveis no uso e manejo da água.

A implementação de programas de educação sanitária em áreas rurais, como observado por Oliveira et al. (2018), é essencial para a prevenção de doenças transmitidas pela água e para a promoção de uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

A educação sanitária, ao sensibilizar a população sobre a importância do uso racional da água e de práticas de saneamento básico, contribui diretamente para a melhoria da saúde pública e para a preservação dos recursos ambientais. Assim, ela se configura como um instrumento indispensável para a promoção do desenvolvimento sustentável e para o fortalecimento da resiliência das comunidades.

3.3 Propriedades Físico-Químicas

De acordo com Ferreira et al. (2015) a água possui diversas propriedades físico-químicas. A cor aparente da água pode ser alterada pela presença de materiais orgânicos ou inorgânicos, enquanto a turbidez reflete a quantidade de partículas em suspensão. A temperatura da água afeta diretamente processos biológicos e a solubilidade de gases, como o oxigênio, sendo um fator que interfere na oxigenação da água e na sua qualidade geral.

Gomes e Clavico (2005) destacam que a condutividade elétrica é um reflexo da concentração de sais dissolvidos, o que pode indicar salinidade excessiva em cisternas que armazenam água da chuva em regiões áridas. A evaporação intensa em áreas de clima quente, como o semiárido, pode agravar o problema, aumentando a concentração de sais na água armazenada.

O pH da água está relacionado à acidez ou basicidade da solução e afeta a solubilidade de minerais, além de influenciar a corrosão de materiais que compõem as cisternas (Ferreira et al., 2015). Uma água com pH inadequado pode comprometer sua qualidade, tornando-a menos segura para o consumo.

A dureza da água, que está associada à presença de íons como cálcio e magnésio, também é um fator importante na avaliação da água armazenada. Segundo Soares (2018), uma dureza excessiva pode causar incrustações em tubulações e equipamentos, enquanto uma água muito mole pode ser corrosiva. Em cisternas, o controle desses parâmetros é crucial para evitar danos às estruturas e garantir a qualidade da água para uso prolongado.

Outro aspecto importante é a alcalinidade, que se refere à capacidade da água de neutralizar ácidos. Tavares (2009) ressalta que, em cisternas do semiárido paraibano, a falta de manutenção adequada e a contaminação por agentes externos podem alterar as propriedades químicas da água, resultando em desvios de parâmetros como o pH e a alcalinidade, comprometendo a qualidade da água armazenada. A alcalinidade adequada garante a estabilidade do pH, prevenindo variações bruscas que possam comprometer a potabilidade da água.

3.4 Análises Físico-Químicas

No Brasil, a Portaria GM/MS nº 888/2021 altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

3.4.1 Sólidos Dissolvidos Totais

A quantificação de sólidos dissolvidos totais na água é um parâmetro essencial para avaliar sua qualidade, pois indica a presença de materiais sólidos distribuídos e em suspensão, o que pode afetar diretamente a potabilidade e a saúde pública. De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o valor máximo permitido é de 500 mg.L^{-1} de sólidos totais distribuídos para a água destinada ao consumo humano. Esse limite visa garantir que a água esteja em conformidade com os padrões de potabilidade, garantindo a segurança e a qualidade permitida para o consumo humano (BRASIL, 2021).

3.4.2 Turbidez

A turbidez é um parâmetro que mede a transparência da água, diminuindo a presença de partículas em suspensão, como sedimentos e microrganismos. Esse parâmetro é essencial para a avaliação da qualidade da água, pois a alta turbidez pode interferir na potabilidade e na segurança. De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o limite máximo aceitável de turbidez para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT (Unidade de Turbidez), garantindo que a água fornecida à população esteja dentro do intervalo.

3.4.3 Cor Aparente

A cor aparente da água é uma característica influenciada pelas substâncias dissolvidas, especialmente pela presença de matéria orgânica e despejos industriais, que tendem a intensificar a coloração conforme aumento em concentração. Este parâmetro é um importante indicador de qualidade, pois reflete as substâncias dissolvidas e partículas em suspensão. Idealmente, a água deve ser incolor para garantir sua potabilidade e acessível à população (BRASIL, 2021). De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o limite máximo permitido é de 15,0 UH (Unidade Hazen (mgPt-Co/L)) para a cor aparente da água.

3.4.4 PH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio (H^+) em uma solução, sendo um indicador de sua acidez, neutralidade ou alcalinidade. Quanto menor o valor do pH, maior a concentração de íons H^+ , o que torna a água mais ácida. Por outro lado, valores de pH mais altos indicam uma concentração menor de íons H^+ , caracterizando a solução como mais alcalina. A água com pH 7 é considerada neutra (Chang; Goldsby, 2013).

O pH é um dos parâmetros de potabilidade e as águas destinadas ao abastecimento público, de acordo com a normativa, devem apresentar valores entre 6,0 e 9,0. A Figura 2 demonstra as correlações de pH com a água.

Figura 2 – Faixa de pH



Fonte: Hygibras (2024).

3.4.5 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica reflete a salinidade, ou seja, a quantidade de sais distribuídos na água. Esse parâmetro mede a capacidade da água de condução corrente elétrica, influenciada pela presença de sais inorgânicos que se dissociam em ânions e cátions. Assim, quanto maior a teoria de sais distribuídas, mais elevada será a condutividade. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a condutividade é medida em Siemens por metro (S/m).

3.4.6 Cloro Total

O cloro total representa a soma do cloro livre e do cloro combinado presente na água. Esse parâmetro é essencial para monitorar a eficácia da funcionalidade e garantir que a água permaneça segura para o consumo ao longo do sistema de distribuição. A manutenção de um residual adequado de cloro é fundamental para evitar a contaminação da água, garantindo sua qualidade até o ponto de consumo, conforme estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que determina que o valor mínimo de cloro residual livre deve ser de $0,2 \text{ mg/L}^{-1}$ (miligramas por litro) para a água distribuída até o ponto de consumo.

3.4.7 Dureza Total

A dureza da água, originalmente foi entendida como a medida da dificuldade da água em dissolver o sabão e, consequentemente, fazer espuma. Isso ocorre principalmente pela presença de cálcio e magnésio. A dureza da água pode ser expressa na dureza do cálcio e na dureza do magnésio, porém, é mais conveniente determinar a dureza total, que é a soma das concentrações de cálcio e magnésio, expressas na forma de carbonato de cálcio (APHA, 2017).

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece um limite de 300 mg/L para a dureza total em água potável, evitando possíveis alterações de sabor e efeitos laxativos.

3.4.8 Alcalinidade

A alcalinidade é um parâmetro essencial na avaliação da qualidade da água, pois reflete sua capacidade de neutralizar ácidos e resistir às variações de pH, caracterizando seu poder tamponante (BRASIL, 2013). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-), cuja presença varia de acordo com o pH da água (VON SPERLING, 1996).

Quando o pH está entre 9,4 e 11, predominam os hidróxidos e carbonatos; entre 8,3 e 9, os carbonatos e bicarbonatos; e entre 4,6 e 8,3, predominam os bicarbonatos. Concentrações elevadas de alcalinidade podem conferir sabor salgado à água, afetando o processo de coagulação e o desenvolvimento de microrganismos em sistemas de tratamento de esgoto, especialmente em condições de redução de pH (BRASIL, 2006).

3.4.9 Cloretos

A presença de cloretos é comum em toda água natural, originando-se principalmente da dissolução de minerais. O cloreto de sódio (NaCl) é a principal fonte desses íons, que pode estar presente em diferentes concentrações. Em níveis elevados, os cloretos tornam a água com sabor salgado e podem até conferir efeito laxativo. De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o limite máximo de cloreto permitido para água potável é de 250 mg/L, garantindo sua adequação ao consumo humano.

3.5 Análise Microbiológica

3.5.1 Análise microbiológica de *Escherichia coli*

As bactérias *Escherichia coli* são comumente encontradas no intestino grosso como parte da microbiota intestinal normal, sendo consideradas as bactérias aeróbias comensais mais numerosas. Algumas cepas de *E.coli* derivam de toxinas que podem causar diarreia, e outras infecções graves quando invadem tecidos estéreis, (Oliveira et.al 2019). Essas bactérias pertencem ao grupo dos coliformes fecais, conhecidas por sua capacidade de fermentar lactose e manitol, o que resulta na produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,02$ °C em um período de 24 horas. (Tundisi e Tundisi, 2008).

Além disso, a *E. coli* produz indol a partir do triptofano, é oxidase negativa, não hidrolisam a ureia e apresentam atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase. (Tundisi e Tundisi, 2008). Devido a essas características bioquímicas, a *E. coli* é considerado um indicador mais específico de contaminação fecal recente e da possível presença de organismos patogênicos. (Gomes e Clavico 2005).

A presença de *E. coli* é considerada preocupante quando está ausente em 100 mL de amostra, conforme estabelecido pela GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

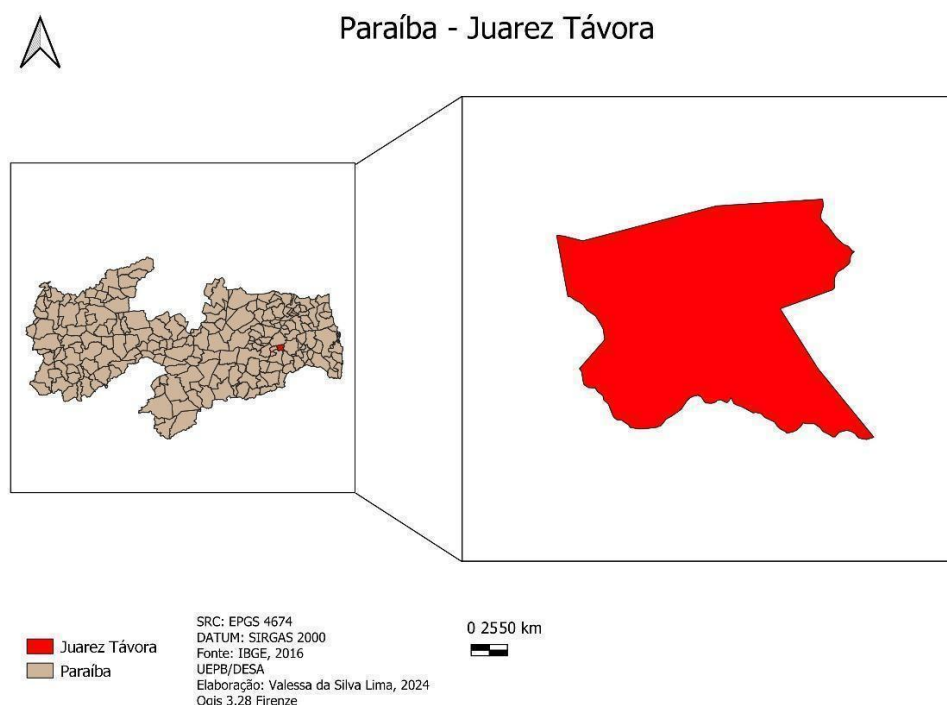
Diante do exposto, foi possível observar que as cisternas desempenham um papel fundamental na garantia de acesso à água potável nas comunidades rurais do semiárido, região marcada pela escassez hídrica. As evidências apontam para a necessidade de se avaliar não apenas as condições de armazenamento da água, mas também a qualidade da água armazenada e a gestão das cisternas, aspectos fundamentais para a saúde e o bem-estar das leis. Além disso, a educação sanitária surge como um fator determinante para garantir o uso seguro e sustentável dos recursos hídricos. A revisão da literatura reforça a importância de se aprofundar na análise da qualidade da água de cisternas na Paraíba, estado com características particulares no contexto do semiárido, justificando, portanto, a relevância do presente estudo. A partir disso, a próxima etapa deste trabalho abordará uma metodologia utilizada para a coleta e análise de dados, seguida pelos resultados obtidos, que contribuem para o entendimento mais profundo das condições de acesso à água potável nessas comunidades.

6 METODOLOGIA

6.1 Área de estudo

A área de estudo para a coleta de amostras foi na zona rural do município de Juarez Távora (Figura 3), localizado no estado da Paraíba, especificamente no Sítio Quirino. Foram selecionados 10 pontos de coleta. Nesta localidade foram avaliadas a qualidade das águas de cisternas, destacando-se a importância da água pluvial captada para o abastecimento dessas comunidades.

Figura 3 - Mapa geográfico do Município de Juarez Távora - PB.



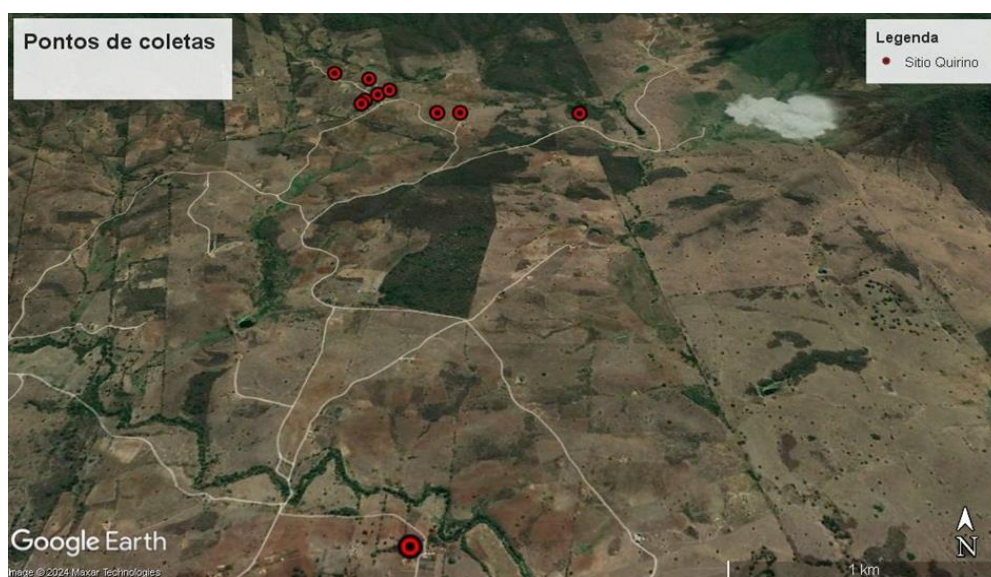
Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

A escolha dos pontos considerou a representatividade das cisternas utilizadas na região, com base nas práticas de gestão adotadas pelos moradores e nas condições de armazenamento. A seleção dos pontos de coleta foi realizada com base em critérios rigorosos, considerando tanto as condições de infraestrutura das cisternas, quanto o histórico de doenças relacionadas à água nas comunidades rurais. Essa abordagem integra dados epidemiológicos e características físicas das áreas da comunidade garantindo um diagnóstico abrangente e representativo.

Dessa forma, buscou-se contribuir para um entendimento mais profundo das implicações da qualidade da água na saúde, contribuindo para um entendimento mais profundo das implicações da qualidade da água na saúde pública e no desenvolvimento humano.

Os pontos de coleta das amostras de água das cisternas foram definidos nas comunidades rurais do distrito do Sítio Quirino. A proximidade entre alguns pontos deve-se à maior densidade populacional beneficiada pelo Programa de Cisternas – Família e Combate à Fome com água para todos, por meio do Convênio nº 045/2022, que promoveu a instalação de cisternas de placas nessas áreas. Em contrapartida, outros pontos são mais distantes devido à predominância de regiões rurais destinadas ao cultivo ou com baixa ocupação populacional. Foram analisadas 10 cisternas, sendo estas codificadas como C01, C02, C03, C04, C05, C06, C07, C08, C09 e C10.

Figura 4 - Pontos de coleta de amostras para Análise de água de cisternas, no Sítio Quirino, zona rural do município de Juarez Távora (PB).



Fonte: Google Earth (2024).

6.1.1 Levantamento de Dados

Para a coleta das pesquisas, foi aplicado um questionário semiestruturado junto à comunidade rural do Sítio Quirino, em Juarez Távora, na Paraíba. O questionário foi elaborado com o objetivo de compreender as percepções dos moradores sobre a qualidade da água armazenada nas cisternas e as práticas de manejo dessas instalações.

Além disso, os dados foram complementados por meio de visitas técnicas domiciliares para a coleta de amostras da água armazenada nas cisternas. Durante essas visitas, observaram-se as principais formas de contaminação que poderiam ocorrer no processo de armazenamento da água. A identificação de possíveis fontes de contaminação também foi realizada por meio de análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de água coletadas. Estas análises permitiram uma avaliação precisa das condições da água armazenada, identificando possíveis contaminantes e avaliando a sua adequação aos parâmetros previstos para o consumo humano, conforme os critérios de potabilidade.

Durante as visitas, o questionário foi abordado com a finalidade de coletar informações sobre a percepção e as experiências da comunidade em relação à qualidade da água das cisternas e suas implicações na saúde e no bem-estar da população. O questionário foi composto por 10 questões, sendo 9 de múltipla escolha e 1 questão aberta, conforme apresentado no Anexo 1.

6.2 Coleta das Amostras

As amostras foram coletadas entre os meses de setembro, outubro e novembro de 2024, retiradas das cisternas após a desinfecção da saída da água com álcool a 70%.

As amostras destinadas às análises físico-químicas foram coletadas em garrafas PET, previamente lavadas três vezes com a própria água da cisterna para evitar contaminação. A coleta foi realizada após deixar a água escorrer por dois minutos. Em seguida, as amostras foram encaminhadas para análise no Laboratório de Referência em Tecnologia de Água (LARTECA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), na cidade de Campina Grande.

Para as análises microbiológicas, as amostras foram coletadas em recipientes estéreis de 125 mL, contendo pastilhas de tiosulfato de sódio, com o intuito de remover o cloro (hipoclorito) da água em coleta de amostras que passarão por exames bacteriológicos para análise de potabilidade. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo reciclável, hermeticamente fechadas e transportadas até o laboratório.

6.3 Análise Físico-Químicas

6.3.1 Sólidos Totais e Salinidade

As análises de Sólidos Totais e Salinidade foram realizadas utilizando o condutivímetro modelo Tec-4MP. Este equipamento permite a medição da condutividade elétrica da amostra, que está diretamente relacionada à concentração de íons distribuídos na água, e, consequentemente, à salinidade e aos sólidos totais distribuídos.

6.3.2 Turbidez

O método utilizado para análise foi o turbidímetro (Figura 5) da marca Policontrol, modelo AP2000, um aparelho eletrônico que faz a leitura da turbidez através de um feixe de luz lançado na amostra, verificando-se o quanto a luz se dissipou e foi absorvida.

Figura 5 - Turbidímetro utilizado nas análises



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

6.3.3 Cor Aparente

Os ensaios foram realizados no colorímetro (Figura 6), da marca Policontrol, modelo AquaColor.

Figura 6 - Colorímetro utilizado nas análises.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

6.3.4 pH

As análises de pH foram realizadas em um pHmetro portátil (Figura 7), modelo K39-0014PA, da marca Kasvi, onde foram realizadas análises para conferência do pHmetro e logo após foi lavado seu bulbo, seco e imerso na amostra contida em um béquer.

Figura 7 - pHmetro utilizado nas análises.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

6.3.5 Condutividade Elétrica

Para análise de condutividade foi usado o condutivímetro (Figura 8), modelo Tec-4MP da marca Tecnal. O bulbo do aparelho foi lavado com água destilada, seco e imerso na amostra acomodada em um béquer.

Figura 8 - Condutivímetro utilizado nas análises.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

6.3.6 Cloro Residual livre

Para a análise do cloro residual livre nas amostras de água, inicialmente, colocou-se 5 ml da amostra em um tubo de ensaio previamente limpo e seco. Em seguida, foram adicionadas 5 gotas da solução de ortotolidina a 0,1% SR na amostra. Essa solução reagiu com o cloro livre

presente na água e foi observado atentamente a coloração resultante. O aparecimento de uma coloração amarela indicou a presença de cloro livre na amostra

Para a determinação quantitativa do Cloro Residual Total (CRT), foi utilizado um fotômetro, que permitiu a quantificação precisa do cloro residual na amostra. Os resultados obtidos foram comparados com os valores de referência estabelecidos pela Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, que define os parâmetros para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, incluindo os limites para o cloro residual. Esses valores garantem uma avaliação rigorosa da qualidade da água analisada. Esse procedimento foi fundamental para compreender a eficácia das cisternas na preservação da qualidade da água em comunidades rurais do semiárido da Paraíba.

6.3.7 Dureza Total

A dureza total da água foi determinada por titulação com solução de EDTA (ácido etilenodiamino tetra). A titulação foi realizada com a adição de EDTA padrão, até que a solução mudasse de vermelho para azul, sinalizando o ponto de viragem. O volume de EDTA gasto foi registrado e, com base nesse dado, a dureza total foi calculada utilizando a Equação (1), sendo expressos em mg/L de CaCO_3 .

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} (\text{CaCO}_3) = \frac{N_T \cdot V_T \cdot \text{Eq}(\text{CaCO}_3)}{V_A} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \quad (1)$$

Em que:

N_T é normalidade do titulante (0,025 N ou eq/L).

V_T é o volume gasto de titulante (em mL).

Eq CaCO_3 é o equivalente-grama do CaCO_3 (50 g/eq).

V_A é o volume da amostra (25 mL).

6.3.8 Alcalinidade

A determinação da alcalinidade das amostras foi realizada por titulometria de neutralização, utilizando fenolftaleína e alaranjado de metila como indicadores. As concentrações foram apresentadas em ppm de carbonato de cálcio, por meio da Equação (2).

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} (\text{CaCO}_3) = \frac{N_T \cdot V_T \cdot \text{Eq}(\text{CaCO}_3)}{V_A} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \quad (2)$$

N_T é normalidade do titulante (0,025 N ou eq/L).

V_T é o volume gasto de titulante (em mL).

Eq CaCO₃ é o equivalente-grama do CaCO₃ (50 g/eq).

V_A é o volume da amostra (25 mL).

6.1.8 Cloretos

Para a análise da concentração de cloretos em amostras de água, foi adotada a técnica de titulometria de cobre. Essa metodologia permite identificar o teor de cloretos, um parâmetro essencial para avaliar o grau de mineralização da água e possíveis contaminações por esgotos domésticos e resíduos, por meio da Equação (3).

$$\frac{mg}{L} (Cl^-) = \frac{N_T \cdot V_T \cdot EQ(Cl^-)}{V_A} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \quad (3)$$

em que:

N_T é normalidade do titulante (0,05 N ou eq/L).

V_T é o volume gasto de titulante (em mL).

Eq Cl⁻ é o equivalente-grama do Cl⁻ (35,5 g/eq).

V_A é o volume da amostra (25 mL)

A análise dos dados físico-químicas das amostras de água das cisternas será realizada conforme as diretrizes estabelecidas pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. O objetivo será avaliar a qualidade da água para consumo humano, comparando os resultados obtidos com os parâmetros de potabilidade especificados pela legislação, a fim de verificar a conformidade com os padrões exigidos para garantir a segurança sanitária. Além disso, os pontos de coleta para análise da qualidade da água serão selecionados com base na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental, que define critérios para o monitoramento da água destinada ao consumo humano. A escolha dos pontos de coleta levará em consideração a distribuição populacional nas zonas rurais dos distritos, com especial atenção às faixas etárias vulneráveis, como crianças menores de cinco anos e pessoas com deficiência. Esses grupos são mais suscetíveis aos efeitos de doenças transmitidas pela água, conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

A comparação dos resultados com os padrões da Portaria GM/MS nº 888/2021 permitirá a identificação de possíveis contaminações ou concentrações inadequadas de substâncias na

água, indicando a necessidade de intervenções sanitárias ou ações educativas para garantir o acesso à água potável e segura para as comunidades rurais.

Essa abordagem visa não apenas garantir a qualidade da água consumida, mas também promover a segurança hídrica e melhorar a saúde pública da população, especialmente aquelas em situação de maior vulnerabilidade.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Área de estudo

Os pontos de coleta para a análise da qualidade da água foram selecionados com base na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental, que estabelece critérios fundamentais para o monitoramento da água voltado ao consumo humano.

Este planejamento foi realizado considerando a concentração populacional em cada zona rural dos distritos, com uma atenção especial às faixas etárias mais vulneráveis, em conformidade com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS,2017).

Esses grupos incluem crianças menores de cinco anos de idade, que são particularmente suscetíveis a doenças transmitidas pela água, além de pessoas com deficiência, cujas necessidades podem exigir maior segurança e qualidade nos recursos hídricos.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), localizado na paraíba na cidade de Juarez Távora possui uma população de 7.796 habitantes, com uma taxa preocupante de internações hospitalares relacionadas a doenças diarreicas. Em 2022, o Sistema Único de Saúde (SUS) registrou aproximadamente 100 internações por 100 mil habitantes, um indicador que evidencia a vulnerabilidade sanitária da região e destaca a necessidade urgente de intervenções para melhorar a qualidade da água.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Juarez Távora é de 0,579, classificado como baixo, refletindo limitações específicas nos aspectos de longevidade, renda e educação. Essa realidade enfatiza a importância de projetos de intervenção que garantam o acesso à água de qualidade e a implementação de políticas públicas voltadas para a melhoria da saúde ambiental.

O cenário socioeconômico e demográfico da região também reforça a relevância de estudos como este, que visam não apenas avaliar a qualidade da água disponível, mas também os prejuízos causados por seu consumo.

7.2. Aplicação de Questionários

Os resultados dos questionários realizados com propriedades das 10 (dez) cisternas, localizadas na zona rural do Sítio Querino, em Juarez Távora, foram apresentados na forma de quadros de respostas. Posteriormente, são discutidas as informações detalhando as práticas de uso e manutenção das cisternas, bem como a percepção dos moradores sobre a qualidade da água armazenada e os desafios enfrentados na gestão dos recursos hídricos.

Tabela 1- Respostas dos questionários aplicados aos moradores, sobre a Qualidade da Água de Cisternas no Sítio Quirino.

Pergunta	Resposta		
Finalidade de Uso da Água da Cisterna	Consumo Humano	Cozinhar	Banho
	10	6	8
Frequência de Uso da Água da Cisterna	Diário	Semanalmente	
	8	1	
Avaliação da Qualidade da Água da Cisterna	Muito boa	Boa	Regular
	1	8	1
Problemas de Saúde Relacionados à Qualidade da Água	Sim	Não	
	0	10	
Conhecimento sobre Limpeza e Manutenção da Cisterna	Sim	Não	
	3	7	
Frequência de Limpeza da Cisterna	Mensalmente	A cada seis meses	
	2	8	
Orientações sobre a importância da Qualidade da água e Preservação	Sim	Não	
	0	10	
Algumas ações Melhorar a Qualidade da Água	0		
Disposição para Participar de Projetos ou Oficinas sobre Gestão e Qualidade da Água	Sim	Não	
	10	0	
Acesso a Informações sobre Cuidados e Práticas para a Qualidade da Água	Sim	Não	
	0	10	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Os questionários foram aplicados em 10 residências com cisternas localizadas no Sítio Quirino, em Juarez Távora (PB) e permitiu compreender as práticas de uso da água armazenada,

a frequência de limpeza das cisternas, a percepção da qualidade da água e o nível de conhecimento dos moradores sobre o cuidado com as cisternas e a preservação da qualidade da água.

A maioria dos moradores utiliza a água das cisternas para consumo humano, com 100% dos entrevistados mencionando que utilizam a água para esse fim. Além disso, 80% dos participantes afirmaram utilizar a água para banho e 60% para cozinhar. Nenhum dos entrevistados usa a água para cuidado de plantas ou outras finalidades. Esses dados evidenciam que a água da cisterna desempenha um papel essencial nas atividades diárias, como alimentação e higiene, sendo fundamental para a sobrevivência e o bem-estar da comunidade.

Quanto à frequência de uso da água, 80% utilizam a água de forma diária, o que reforça a dependência da comunidade em relação à água armazenada nas cisternas para suas necessidades diárias. Apenas 10% dos entrevistados utilizam a água semanalmente, e outros 10% utilizam de forma rara. Esses resultados mostram que, embora a água das cisternas seja um recurso essencial, há uma variação na frequência de uso entre os moradores, possivelmente devido à quantidade de água disponível e ao comportamento de cada família.

Quando questionados sobre a qualidade da água da cisterna, 80% dos entrevistados consideraram a água "boa", enquanto 10% a classificaram como "regular" e 10% como "muito bom". Nenhum dos participantes foi água como "ruim" ou "muito ruim", o que sugere que, na percepção da maioria dos moradores, a água da cisterna é considerada de boa qualidade, embora uma avaliação mais detalhada possa ser necessária para identificar possíveis problemas de qualidade não detectados pela percepção da comunidade.

Em relação a problemas de saúde, nenhum dos entrevistados (0%) relatou que a água da cisterna causou problemas de saúde. Isso pode ser interpretado como um indicativo de que, até o momento da pesquisa, a qualidade da água não gerou problemas de saúde visíveis. No entanto, é importante considerar que a ausência de reclamações não reflete necessariamente a qualidade ideal da água, uma vez que podem existir possíveis contaminações não perceptíveis pelos moradores.

Nenhum dos entrevistados (0%) relatou ter recebido orientações formais sobre a preservação da qualidade da água e os cuidados necessários para manter a água limpa. Isso evidencia uma lacuna importante na educação e orientação sobre práticas adequadas de manejo e tratamento da água nas comunidades rurais. A falta de informações pode ser um fator que contribui para a deficiência na gestão da qualidade da água das cisternas.

Em relação às ações sugeridas para melhorar a qualidade da água, 100% dos entrevistados afirmaram não saber sugerir medidas específicas. Esse resultado reflete a falta de conhecimento sobre as práticas adequadas para melhorar a qualidade da água, o que reforça a necessidade de programas educativos e capacitações sobre o cuidado com a água e a manutenção das cisternas.

Quando questionados sobre a disposição para participar de projetos ou oficinas sobre a gestão da água, todos os entrevistados, 100%, se mostraram interessados em participar. Esse interesse pela educação e pela melhoria da gestão da água é um dado positivo, pois demonstra que a comunidade está aberta para receber orientações e adotar práticas mais eficazes de preservação da qualidade da água.

Por fim, nenhum dos moradores (0%) afirmou ter acesso a informações sobre os cuidados e as práticas recomendadas para garantir a qualidade da água. Isso reforça a necessidade de ações mais estruturadas para espalhar informações sobre cuidados com as cisternas e a água armazenada, o que pode ser fundamental para melhorar as condições de saúde e bem-estar na comunidade.

Os resultados da pesquisa indicam que, embora a comunidade utilize a água das cisternas para as atividades cotidianas e considere, em sua maioria, de boa qualidade, há lacunas significativas no que se refere à educação sobre a gestão e preservação da água. A falta de orientações sobre as práticas de cuidado com as cisternas e a baixa frequência de limpeza podem representar riscos à qualidade da água no futuro. A disposição da comunidade em participar de projetos educativos é um ponto positivo, e isso deve ser aproveitado para implementar ações de conscientização sobre a importância da manutenção das cisternas e da qualidade da água.

Assim, a implementação de programas educativos e de monitoramento mais constantes pode contribuir significativamente para a melhoria das condições de saúde e qualidade de vida da população local.

7.3 Diagnóstico do uso e das estruturas das cisternas

As cisternas estudadas estavam localizadas próximas às residências, algumas em estradas de difícil acesso. Em muitos casos, se encontraram em terrenos em declive em relação às casas e algumas cisternas estavam a poucos metros das fossas domésticas, o que poderia comprometer a qualidade da água armazenada, aumentando o risco de contaminação da água.

Observou-se que vários moradores não realizaram a lavagem das telhas antes da primeira chuva, resultando na coleta de água com alta concentração de impurezas. A limpeza

das calhas e das cisternas era muitas vezes inconveniente e algumas apresentavam rachaduras ou tampas enferrujadas (Figura 9). A coleta de água para consumo era feita com baldes comuns, sem a devida esterilização.

Figura 9 - Cisterna analisada.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Além disso, muitos moradores não realizavam a manutenção ou limpeza regular das cisternas. Quando a água da chuva começava a acabar, era acrescentada água de carro-pipa fornecida pela prefeitura da cidade, sem realizar qualquer limpeza prévia na referida cisterna. Notou-se que muitos deles não tinham acesso a informações sobre os cuidados necessários para manter a qualidade da água, apesar de algumas cisternas serem monitoradas por agentes de saúde, que realizavam a aplicação de hipoclorito de sódio, geralmente a cada 3 a 6 meses ou sempre que havia reabastecimento de água. No entanto, essa prática era adotada sem um controle rigoroso sobre a frequência da aplicação, o que impactava na qualidade da água.

7.4 Análises Físico-químicas de Águas de Cisternas

As análises da qualidade da água das cisternas foram realizadas para avaliar a conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 2021.

Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas das águas de cisterna da zona rural do Sítio Quirino.

Parâmetro Analisado	Amostras analisadas										
	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C9	C10	Legislação
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	79	172	147	69	187	67	69	94	316	62	500
Salinidade (ppm)	0,07	0,54	0,71	0,34	0,53	0,97	0,50	0,38	0,52	0,23	—
Turbidez (UT)	0,51	0,22	0,51	1,67	0,46	0,31	0,44	0,30	0,56	0,57	5,00
Cor aparente (uH)	14,6	10,8	25,0	16,3	42,5	14,0	18,3	7,3	34,1	8,4	15,0
pH	8,4	9,0	8,9	8,9	9,3	9,1	8,7	8,6	8,1	8,9	6,0 a 9,0
Condutividade Elétrica (µS/cm)	158	344	293	138	374	134	136	187	634	123	----
Cloro Residual Livre (mg)	0,08	0,03	0,09	0,04	0,07	0,03	0,09	0,07	0,14	0,09	0,20 a 2,00
Cloro Total	0,57	0,54	0,71	0,34	0,53	0,97	0,50	0,38	0,52	0,23	----
Dureza Total	0,0	42,0	25,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	300,0

(mg/L)											
Alcalinidade	44,0	113,0	106,0	54,0	101,0	66,0	62,0	87,0	174,0	56,0	----
Cloratos (mg/L)	15,0	31,0	34,0	8,0	28,0	8,0	9,0	12,0	124,0	20,0	250,0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

A seguir, apresentam-se os resultados dos principais parâmetros avaliados, discutidos à luz dos limites regulamentares e suas implicações para a segurança da água consumida pela comunidade

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT): Os valores de sólidos dissolvidos totais nas amostras testadas variaram de 62 mg/L (amostra C10) a 316 mg/L (amostra C9). Todos os resultados ficaram abaixo do limite máximo de 500 mg/L, conforme estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021. A amostra C9, com 316 mg/L, foi a que apresentou o maior valor, mas ainda dentro dos padrões exigidos. Os dados indicaram que, de modo geral, as cisternas não apresentam concentrações excessivas de sólidos distribuídos, o que é um fator positivo para a qualidade da água consumida.

Salinidade: Os resultados de salinidade nas amostras variaram de 0,07 ppm (amostra C1) a 0,97 ppm (amostra C6). A Portaria GM/MS nº 888/2021 não define um limite específico para este parâmetro, mas os valores encontrados estão bem abaixo dos níveis que poderiam comprometer a qualidade da água, indicando que a água das cisternas não apresenta índices de salinidade elevados, o que é positivo para o consumo humano.

Turbidez: A turbidez das amostras variou entre 0,22 UT (amostra C3) e 1,67 UT (amostra C5). A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece um limite máximo de 5 UT para turbidez, e todas as amostras comprovadas ficam abaixo desse valor. Contudo, a amostra C5, com 1,67 UT, apresentou um valor mais elevado, embora ainda dentro do limite previsto. Isso indica que, embora a turbidez esteja em níveis aceitáveis, a água pode necessitar de algum tipo de tratamento adicional para melhorar a estética, especialmente em casos de turbidez mais elevada.

Cor Aparente: Os valores de cor aparente variaram de 7,3 uH (amostra C8) a 42,5 uH (amostra C5). De acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, a cor aparente não deve ultrapassar 15 uH para que a água seja considerada potável. As amostras C5 (42,5 uH) e C9

(34,1 uH) ultrapassaram esse limite, o que pode indicar a presença de compostos orgânicos ou outros materiais desintegrados, afetando a qualidade estética da água. Essas amostras podem precisar de tratamento para remoção de cor e melhorar a acessibilidade dos consumidores.

pH: O pH das amostras apresentou variação entre 8,1 (amostra C9) e 9,3 (amostra C5). A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece que o pH da água potável deve estar entre 6,0 e 9,0. As amostras C5 e C9 apresentaram valores de pH superiores a 9,0, o que pode interferir na eficácia dos processos de desinfecção, como a cloração. Embora outras amostras estejam dentro do limite previsto, o pH elevado nas amostras C5 e C9 sugere a necessidade de monitoramento e ajustes no processo de tratamento da água para garantir a qualidade.

Condutividade Elétrica: A condutividade elétrica variou de 123 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (amostra C10) a 634 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (amostra C9). Embora a Portaria GM/MS nº 888/2021 não defina um limite específico para a condutividade elétrica, os valores encontrados são indicativos da presença de sais dissolvidos na água. Apesar de estarem dentro de limites aceitáveis, amostras com condutividade elevada, como C9, indicam a necessidade de monitoramento de outros parâmetros, como cloretos e minerais distribuídos, para garantir que não haja risco à saúde humana.

Cloro Residual Livre: O cloro residual livre nas amostras variou entre 0,03 mg/L (amostra C2) e 0,14 mg/L (amostra C9). A Portaria GM/MS nº 888/2021 determina que o cloro residual livre deve ser mantido entre 0,20 mg/L e 2,00 mg/L para garantir a proteção adequada da água. As amostras apresentaram valores abaixo do limite mínimo de 0,20 mg/L, o que indica que a água nas cisternas pode não estar recebendo uma desinfecção adequada, o que é preocupante, pois compromete a segurança microbiológica da água.

Cloro Total: O cloro total nas amostras variou de 0,23 mg/L (amostra C10) a 0,97 mg/L (amostra C6). A Portaria GM/MS nº 888/2021 não estabelece limites específicos para o cloro total, mas os valores encontrados demonstram que, embora os níveis de cloro total sejam benéficos, a falta de cloro residual livre suficiente sugere falhas no processo de desinfecção. Isso é preocupante, pois pode haver risco de contaminação microbiológica, o que exigiria melhorias nos processos de cloração.

Dureza Total: A dureza total nas amostras foi baixa, variando de 0,0 mg/L (amostras C1, C4, C6, C7, C8, C9, C10) a 42,0 mg/L (amostras C3). A Portaria GM/MS nº 888/2021 não estabelece um limite para a dureza, mas, geralmente, valores acima de 300 mg/L são considerados elevados. A dureza da água nas amostras testadas está bem abaixo desse limite, o

que é favorável, pois águas duras podem causar problemas como incrustações em sistemas de distribuição e reduzir a eficiência do sabão.

Alcalinidade: A alcalinidade varia entre 44 mg/L (amostra C1) e 174 mg/L (amostra C9). A Portaria GM/MS nº 888/2021 não define um limite específico para a alcalinidade, mas os valores encontrados indicam que a água possui alcalinidade dentro de uma faixa aceitável, o que ajuda a neutralizar os ácidos graxos e manter a estabilidade da água.

Cloretos: Os valores de cloretos variaram entre 8,0 mg/L (amostras C4, C7) e 124,0 mg/L (amostras C9). A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece um limite máximo de 250 mg/L para cloretos, e todas as amostras foram comprovadas abaixo desse limite. Isso sugere que a água das cisternas não apresenta níveis preocupantes de cloretos, o que é positivo para o consumo humano.

7.5 Análises de *Escherichia coli* de Águas de Cisternas

As análises de *Escherichia coli* foram realizadas no período de Outubro de 2024 e comparado com dados de potabilidade.

Tabela 3: Resultado das análises de *Escherichia coli* nas cisternas analisadas.

<i>Escherichia coli</i>		Legislação
C1	Ausente	Ausente
C2	Ausente	
C3	Ausente	
C4	Ausente	
C5	Ausente	
C6	Ausente	
C7	Ausente	
C8	Ausente	
C9	Presente	
C10	Ausente	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

As amostras coletadas, identificadas como C1 a C10, foram analisadas utilizando dois métodos: o método de placas de contagem e o teste Colilert. No método de placas de contagem, as amostras C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8 e C10 não apresentaram crescimento de colônias de *E. coli*, ou seja, essas amostras foram negativas para a bactéria. Em contraste, a amostra C9 apresentou a presença de *E. coli*, indicando contaminação fecal nessa amostra.

Os resultados obtidos indicam que, em sua maioria, as cisternas analisadas fornecem água de boa qualidade microbiológica, com ausência de *E. coli*. No entanto, a presença de *E. coli* na amostra C9 chama a atenção para a possibilidade de contaminação local, que pode ter ocorrido durante o processo de armazenamento ou transporte da água. Isso pode ser atribuído à falta de práticas adequadas de limpeza e manutenção das cisternas, o que favorece a proliferação de microrganismos patogênicos.

O método de placas de contagem foi eficaz na quantificação da carga bacteriana, permitindo uma análise mais detalhada da qualidade microbiológica da água. No entanto, esse método exige mais tempo e recursos para a obtenção dos resultados. Por outro lado, o teste Colilert, que foi utilizado para determinar a presença ou ausência de *E. coli*, apresentou resultados rápidos e fáceis de interpretar, confirmando os achados obtidos pelo método de placas de contagem. Ambos os métodos concordaram quanto à presença de *E. coli* na amostra C9, o que valida a eficácia do Colilert como uma ferramenta complementar para a análise microbiológica da água.

A amostra C9, portanto, deve ser tratada com maior atenção, pois a presença de *E. coli* é um indicativo claro de contaminação fecal, representando um risco à saúde pública. Esse achado reforça a importância de realizar a limpeza regular das cisternas, assim como de manter práticas adequadas de armazenamento e abastecimento de água, a fim de evitar a contaminação microbiológica. Além disso, é essencial que as comunidades rurais mantenham um monitoramento contínuo da qualidade da água, realizando análises periódicas para garantir a potabilidade da água consumida.

As amostras C2, C4, C7 e C10, que se apresentaram negativas para *E. coli* em ambos os métodos de análise, indicam que, em geral, a água nessas cisternas está livre de contaminação fecal, sugerindo boas práticas de manejo e cuidados com a qualidade da água nessas fontes. O que corrobora com Guimarães et al. (2016), que conduziram uma pesquisa na microrregião do Alto Sertão da Paraíba, evidenciando que as condições de armazenamento e a falta de limpeza regular comprometem a potabilidade da água.

Os resultados obtidos nesta pesquisa revelaram que, apesar da maioria das amostras de água coletadas no Sítio Querino apresentarem qualidade dentro dos parâmetros estabelecidos para consumo humano, a presença de *E. coli* na amostra C9 foi um sinal de alerta importante. Essa amostra sugere que, mesmo em cisternas que aparentemente atendem aos requisitos de potabilidade, podem ocorrer riscos de contaminação microbiológica. Esse achado enfatiza a necessidade de um monitoramento rigoroso e contínuo da qualidade da água armazenada, com foco especial nas práticas de limpeza das cisternas e no controle de fatores ambientais que possam comprometer a água armazenada.

Embora as cisternas desempenhem um papel fundamental no fornecimento de água potável para as comunidades rurais do semiárido da Paraíba, os resultados indicam que práticas inadequadas de manejo e manutenção dessas cisternas, como a falta de limpeza periódica, podem comprometer a qualidade da água. A presença de coliformes fecais nas amostras coletadas é um reflexo direto da falta de cuidado na manutenção das cisternas e da higienização inadequada, fato que também foi observado em estudos anteriores realizados na região.

A literatura sobre o tema corrobora esses achados, como demonstrado pelos estudos de Xavier (2010) e Tavares (2009). aponta que a presença de coliformes fecais em cisternas do semiárido da Paraíba é uma das principais preocupações para a qualidade da água e a saúde pública, o que é consistente com os resultados encontrados nesta pesquisa. Tavares (2009) também observa que a falta de limpeza e o manejo inadequado das cisternas são fatores que contribuem significativamente para a contaminação da água.

Outro fator relevante é a falta de práticas educativas contínuas sobre a importância da manutenção das cisternas e a higiene da água. Oliveira et al. (2019) destacam que a ausência de educação sanitária nas comunidades rurais é um fator crucial para a deterioração da qualidade da água de cisternas. No Sítio Querino, a pesquisa identificou que a maioria das cisternas não recebia a devida limpeza antes do armazenamento da água, o que pode explicar a alta incidência de coliformes fecais nas amostras analisadas. Isso reforça a importância de programas de educação sanitária e de incentivo a boas práticas de manejo da água, como os promovidos pelo Programa Uma Terra, Duas Águas (P1+2), que têm se mostrado eficazes na melhoria da qualidade da água nas comunidades do semiárido.

Os dados obtidos no Sítio Querino não são únicos, mas refletem um problema mais amplo que afeta diversas comunidades rurais do Nordeste. Estudos de Silva et al. (2018) e Costa (2020) também relataram presença de coliformes fecais e outros contaminantes em cisternas mal conservadas, o que demonstra que o problema da qualidade da água não se restringe a uma

única localidade. A falta de boas práticas de manutenção, aliada à escassez de recursos e à falta de acesso a programas educativos, é uma realidade comum em várias regiões do semiárido.

As condições climáticas do semiárido, com altas taxas de evaporação e chuvas escassas, também agravam a situação. O longo período de armazenamento da água nas cisternas, aliado à falta de cuidados adequados, favorece a proliferação de microorganismos patogênicos, comprometendo ainda mais a qualidade da água. Essas condições exigem a implementação de soluções específicas, que incluam, além da limpeza das cisternas, o uso de tecnologias apropriadas de purificação da água, como filtros e tratamentos adequados, para garantir a potabilidade da água armazenada.

Portanto, os resultados desta pesquisa corroboram a literatura existente sobre a qualidade da água de cisternas no semiárido, mas também revelam desafios específicos no Sítio Querino. A falta de boas práticas de manutenção e o acesso limitado a programas educativos e recursos para a limpeza e controle da água são questões críticas. Para enfrentar esses desafios, é essencial a continuidade dos estudos sobre a qualidade da água de cisternas e a implementação de políticas públicas que promovam a educação sanitária e a melhoria das condições de armazenamento da água. A capacitação das comunidades rurais, o fortalecimento de programas como o P1+2 e a adoção de tecnologias de purificação podem contribuir significativamente para garantir a saúde e o bem-estar das populações que dependem dessas fontes de água.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados da pesquisa realizada com moradores do Sítio Quirino, em Juarez Távora (PB), observa-se que a água das cisternas é amplamente utilizada para consumo humano e atividades cotidianas, sendo considerada de boa qualidade pela maioria dos entrevistados. No entanto, a pesquisa também revela uma falta de orientações formais sobre práticas de preservação e uma baixa frequência de limpeza das cisternas, o que pode comprometer a qualidade da água a longo prazo. Além disso, o interesse da comunidade em participar de projetos educativos aponta para a necessidade de implementar programas de capacitação e monitoramento. Tais ações poderão aprimorar a gestão da água e promover um impacto positivo na saúde e no bem-estar dos moradores.

A análise da qualidade da água das cisternas no semiárido paraibano expõe desafios e necessidades essenciais para a saúde e o bem-estar das comunidades locais. Embora a maioria das cisternas apresente condições microbiológicas aceitáveis, parâmetros como turbidez, cor aparente e presença de *Escherichia coli* indicam áreas críticas que exigem melhorias. A contaminação por *E. coli* alerta para a importância de práticas regulares de limpeza e de tratamento adequado da água armazenada. O monitoramento contínuo e o incentivo às melhores práticas de manutenção são fundamentais para assegurar a potabilidade da água e a segurança da população.

A manutenção preventiva das cisternas, incluindo a limpeza periódica e o controle de contaminações, é indispensável para reduzir riscos à saúde pública. Além disso, é crucial que as comunidades adotem procedimentos que garantam a potabilidade da água armazenada, como o uso de métodos de desinfecção e o monitoramento de parâmetros físico-químicos, como turbidez e presença de coliformes. A implementação dessas medidas não só assegura a qualidade da água, mas também contribui para a saúde, segurança e bem-estar das populações rurais, promovendo uma melhoria significativa na qualidade de vida e na prevenção de doenças relacionadas à água.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura os recursos hídricos no Brasil 2022: informe anual. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 17 set 2024.
- APHA. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC, 2017
- ARAÚJO, L. Educação contextualizada para a convivência com o semiárido. Fortaleza: Instituto Nordeste, 2021.
- ARTICULAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO (ASA). Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido:um milhão de cisternas rurais-P1MC. Disponível na internet <http://www.asabrasil.org.br>. Capturado Online em 10 de dezembro 2008.
- ASA- Articulação semiárida Brasileira .2021. Disponível: <http://www.asabrasil.org.br/ações/cisternas-nas-escolas>. Acesso em 16 set 2024
- AL. (Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso do Sul). *Manual para captação emergencial e uso doméstico de água da chuva* . 2022. Disponível em: https://al.ms.gov.br/upload/Pdf/2022_05_11_11_11_25_1200-manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_agua_da_chuva.pdf . Acesso em: 22 nov. 2024.
- BRASIL (2013) Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 4.ed. Brasília,150p.
- BRASIL Portaria GM/MS nº888, 4 de maio de 2021. BRASIL. Ministério da saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano.
- BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5/2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2017.
- BRASIL.Ministério da saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano. Brasília, DF,2006.
- CARVALHO, F. T.; SANTOS, M. A. Avaliação da eficiência de cisternas para captação de água da chuva no semiárido brasileiro. Revista de Engenharia Ambiental, v. 14, n. 1, p. 25-32, 2017.
- Carvalho, J.; Santos, R.; Silva, M. (2019). Monitoramento da qualidade da água em cisternas no semiárido brasileiro . Rio de Janeiro: Editora Ambiental.

Carvalho, J.Santos, R. (2017). A eficiência da captação de água da chuva em regiões semiáridas . São Paulo: Editora Científica.

CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth A. Química. 12. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, 2.

COSTA, RM et al. Doenças hídricas e a qualidade da água consumida em comunidades rurais. Cadernos de Saúde Pública , v. 2, pág. 1-10, 2020

DA SILVA, JP; BEZERRA, CE; RIBEIRO, A. A Avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas no semiárido cearense. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba, v. 7, jan./jun. 2018. ISSN 2319-2856

FERREIRA, K. C. D., LOPES F. B., ANDRADE E. M., MEIRELES A. .C. M., SILVA G. S. Revista Ciência Agronômica. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semi árido brasileiro . Fortaleza, Ceará, v.46, n. 2, p. 277- 286, abr-jun, 2015.

FERREIRA, LC et al. Educação sanitária e manejo de cisternas no semiárido. Revista Brasileira de Educação Ambiental , v. 33-45, 2018.

FERREIRA, Paulo R.; NASCIMENTO, Luís F. Acesso à Água no Semiárido Paraibano: Desafios e Perspectivas . In: Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: ABRH, 2019.

FUNASA - Fundação Nacional da Saúde - Manual prática da análise de água -4º Edição, Brasília, 2013.

GALDENORO, Lizzi. Captação de água da chuva para consumo humano. Sorocaba: UNESP, 2008.

GOMES, Abílio; CLAVICO, Etienne. Propriedades físico-químicas da água. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Biologia Marinha, 2005.

GUIMARÃES, SA; SILVA, JP; FERREIRA,ML; SANTOS, RA Avaliação da qualidade da água de cisternas do semiárido brasileiro: Estudo de caso na microrregião do Alto Sertão da Paraíba. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, n. 3, pág. 551-562, 2016

GOOGLE EARTH 2024. Disponível em <https://earth.google.com/web/>. Acesso em 5 de Nov de 2024.

HYGIBRAS. O que é pH e qual sua importância na limpeza? - Hygibras. Disponível em: <https://www.hygibras.com/artigos/o-que-e-ph/>. Acesso em: 31 de Outubro de 2024.

IBGE. Censo Demográfico 2022: resultados do universo. [S.l.]: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 31 out. 2024.

- LEAL, R. A. Aplicação de tecnologias de captação de água de chuva em áreas semiáridas: estudo nos municípios de Alagoinha e Pesqueira, PE. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 2, p. 98-99, 2015.
- LUIZ, J. V. Dureza da Água: o que é e como ela influencia na qualidade. Grupo hidrica, 2023. Disponível em: <https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua/>. Acesso em: 01 novembro 2024
- MEDEIROS, Y. P.; SILVA, A. L.; PEREIRA, R. M.; SANTOS, C. J. Utilização de cisternas como alternativa sustentável para o armazenamento de água de chuva em regiões semiáridas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 25, n. 2, p. 1-10, 2020.
- MOURA, JP et al. Desafios da escassez hídrica no semiárido brasileiro. *Revista de Estudos Rurais*, v. 45-59, 2015
- OECD. Programa de Cisternas no semiárido brasileiro tem edital prorrogado. Júlia Mendes. oeco, 2023. Disponível em: Programa de Cisternas no semiárido brasileiro tem edital prorrogado - ((o))eco. Acesso em: 31 de Outubro de 2024.
- OLIVEIRA, AC et al. Qualidade da água de cisternas no nordeste brasileiro. *Higiene Alimentar*, v. 32, p. 56-63, 2018.
- OMS - Organização Mundial da Saúde. Diretrizes para a Qualidade da Água Potável . 4.ed. Genebra: OMS, 2017.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). (2020). Educação em saúde. Disponível em: OMS.
- RODRIGUES, Emanuel Cordeiro. Sistemas de captação de água pluvial para uso não potável. Universidade Estadual da Paraíba, 2020.
- RODRIGUES, M. L. Impacto das cisternas no desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais no semiárido da Paraíba. *Revista de Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional*, v. 12, n. 2, p. 68-79, 2020.
- SAITA T.M.; NATTI, P.L.; CIRILO, E.R.;ROMEIRO, N.M.L,;CANDEZANO, M.A.C; ACUÑAA, R.B.; MORENO, L.G.G. - Simulação Numérica da Dinâmica de coliformes fecais no lago Luruaco, colômbia. *SciELO Brasil*, vol.18, no.3 são Carlos sept./ Dec. 2017.
- SILVA, H. R et al. Seca e vulnerabilidade hídrica na Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 68, p. 98-112, 2017.
- SILVA, J.; SANTOS, M. (2018). Comunicação e educação em saúde: desafios e práticas. Fortaleza: Editora Universidade Estadual.
- SILVA, S. R. O papel do sujeito em relação à água de consumo humano: Um estudo na cidade de Vitória ES.285 Tese (dourado). Escola de engenharia Universidade Federal de Minas gerais, belo Horizonte .2007

SILVA, João A.; OLIVEIRA, Maria B. *Conscientização para a captação de água da chuva nas comunidades rurais*. In: SANTOS, Pedro C. (Org.). *Tecnologias sustentáveis para o semiárido*. Recife: Editora Semiárido, 2018. p. 45-60.

SOARES. A. O. Dureza das águas subterrâneas na zona rural do município de Santa Cruz - RN. 38f. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOUZA, MA et al. Cisternas rurais como alternativa de captação de água no semiárido. *Revista de Recursos Hídricos*, v. 10, p. 99-113, 2019.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura -Limnologia- são Paulo: Oficinas de texto, 2008

TAVARES, A.C Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais do semiárido Paraibano. Dissertação (Mestrado em meio ambiente e desenvolvimento) Universidade Estadual de campina Grande-PB, 2009.

UNICEF. UNICEF e OMS lançam relatório sobre diarreia, a segunda maior causa de mortalidade infantil. Disponível em :<<https://www.unicef.org/brazil/pt/media 16165.html>> .Acesso em 01 de novembro de 2024.

UNIVATES. Captação de água da chuva para abastecimento e consumo humano. Universidade do Vale do Taquari, 2020.

VIRIATO, C. R. Sistemas de captação de água da chuva como solução para o semiárido: um estudo de caso na Paraíba. *Revista Tecnológica do Semiárido*, v. 5, n. 3, p. 45-53, 2017.

XAVIER, R.P. Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenadas em cisternas no semiárido paraibano. Universidade Federal de Campina Grande. Dissertação em Engenharia Civil e Ambiental. Campina Grande -Pb.2010

ANEXO I



Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental

QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS MORADORES

Olá, sou Valessa da Silva Lima, estudante do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e estou realizando uma pesquisa para elaboração do meu TCC intitulada: **“AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS E SUAS IMPLICAÇÕES PARA UMA COMUNIDADE RURAL DO SEMIÁRIDO DA PARAIBA”**, sob orientação da Professora Dra. Márcia Ramos Luiz.

Este questionário tem como finalidade coletar informações sobre a percepção e experiências da comunidade em relação à qualidade das águas de cisternas e suas implicações na saúde e no bem-estar da comunidade.

Idade:

() 18 - 30 anos () 31- 50 anos () mais de 50 anos

Gênero:

() Feminino () Masculino () Prefiro não responder () Outro: _____

Tempo de residência na comunidade: _____ anos

Escolaridade:

- () Ensino fundamental incompleto
- () Ensino fundamental completo
- () Ensino médio incompleto
- () Ensino médio completo
- () Ensino superior incompleto
- () Ensino superior completo
- () Pós-graduação (Especialização, Mestrado, Doutorado) incompleta
- () Pós-graduação (Especialização, Mestrado, Doutorado) completa
- () Outros (especificar: _____)

1. Você utiliza a água da cisterna para?

- () consumo Humano
- () cozinhar
- () banho
- () Irrigação de plantas
- () outros: _____

2. Com que frequência você utiliza a água da cisterna?

- () Diariamente () Semanalmente () Mensalmente () Raramente

3. Como você avalia a qualidade da água da cisterna?
(☐) Muito Boa (☐) Boa (☐) Regular (☐) Ruim (☐) Muito ruim
4. Você já teve problemas de saúde que acredita serem relacionados à qualidade da água da cisterna?
(☐) Sim (☐) Não
Se sim, quais problemas? _____
5. Você sabe como realizar a limpeza e a manutenção da cisterna?
(☐) Sim (☐) Não
6. Se sim, com que frequência você realiza a limpeza da cisterna?
(☐) Mensalmente (☐) A cada seis meses (☐) Anualmente (☐) Nunca
7. Você já recebeu orientações sobre a importância da qualidade da água e como preservá-la?
(☐) Sim (☐) Não
8. Quais ações você acredita que poderiam melhorar a qualidade da água da cisterna?

9. Você estaria disposto(a) a participar de projetos ou oficinas sobre a gestão e a qualidade da água das cisternas?
(☐) sim (☐) Não
10. Você já teve acesso a informações sobre os cuidados e as práticas recomendadas para garantir a qualidade da água das cisternas?
(☐) Sim (☐) Não
11. Se houver mais comentários ou sugestões sobre a qualidade da água das cisternas, por favor, escreva aqui?

Agradecimento:

Agradecemos sua participação neste questionário. Sua contribuição é valiosa para nossa pesquisa sobre a qualidade da água das cisternas e suas implicações em uma comunidade rural do Semiárido da Paraíba.

As informações coletadas serão essenciais para desenvolver soluções que melhorem a qualidade de vida na região.

Obrigado por dedicar seu tempo e compartilhar suas experiências!

Campina Grande, Paraíba, _____ / _____ / _____.