



**CENTRO UNIVERSITÁRIO VALE DO SALGADO
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

MARIA LAISA DA COSTA PEREIRA

**INDICADORES MICROBIOLÓGICO E FÍSICO-QUÍMICOS COMO ALERTA
PARA CONTAMINAÇÃO EM CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE JUCÁS**

**ICÓ - CEARÁ
2025**

MARIA LAISA DA COSTA PEREIRA

**INDICADORES MICROBIOLÓGICO E FÍSICO-QUÍMICOS COMO ALERTA
PARA CONTAMINAÇÃO EM CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE JUCÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso ao curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS) como requisito para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: **Prof. (a) MSc. Vitória Figueiredo Lima**

ICÓ – CEARÁ

2025

MARIA LAISA DA COSTA PEREIRA

**INDICADORES MICROBIOLÓGICO E FÍSICO-QUÍMICOS COMO ALERTA PARA
CONTAMINAÇÃO EM CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE JUCÁS**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Maria Laisa Da Costa Pereira
Projeto aprovado em: __/__/__

Orientador: _____

Prof. (a) MSc. Vitória Figueiredo Lima
Centro Universitário Vale do Salgado – UniVS

1º Examinador: _____

Prof. (a) MSc. Maria Érika Pereira dos Santos

2º Examinador: _____

Prof. (a) Esp. Sara Honorato Crispim Moreira
Centro Universitário Vale do Salgado - UniVS

Coordenadora do Curso: _____

Prof.(a). MSc. Jovanna Karine Pinheiro
Coordenadora do Curso de Medicina Veterinária do
Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS)

AGRADECIMENTOS

“Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.” Com essa célebre frase, Isaac Newton sintetizou a consciência de que todo avanço do conhecimento é alicerçado em legados prévios e em colaborações presentes. Assim, ao concluir este Trabalho de Conclusão de Curso, reconheço com profunda seriedade que sua realização não é fruto exclusivo de um esforço individual, mas o resultado de uma construção coletiva, intelectual e afetiva.

À minha orientadora, Msc. Vitória Figueiredo Lima, minha mais sincera e respeitosa gratidão. Sua orientação foi marcada por um equilíbrio entre rigor técnico e abertura dialógica, promovendo um ambiente fértil para o exercício do pensamento crítico e da elaboração científica consistente. Com olhar atento e domínio epistemológico, guiou esta pesquisa com exigência, clareza e compromisso ético. Como afirma Gaston Bachelard, “o espírito científico se constitui contra a opinião e por meio da crítica”, e foi exatamente nesse espírito que sua orientação atuou: provocando, desafiando e refinando ideias.

À minha família, especialmente aos meus pais, expresso um agradecimento que ultrapassa o campo simbólico. A base afetiva, material e emocional que recebi foi decisiva para a continuidade da minha formação acadêmica. Em momentos de exaustão ou dúvida, foi essa estrutura silenciosa, porém firme, que sustentou meu percurso. Como bem disse Pierre Bourdieu, “toda formação é também uma forma de herança” — e reconheço na minha trajetória os valores herdados que tornaram possível minha permanência e dedicação ao conhecimento.

Este trabalho também carrega traços de todos os interlocutores, colegas, professores e profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que ele adquirisse densidade teórica e solidez argumentativa. A ciência não se desenvolve no isolamento, mas na partilha, no embate de ideias, na escuta e na revisão constante.

RESUMO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e o funcionamento dos sistemas ecológicos e sociais. Sua qualidade influencia diretamente a prevalência de doenças de veiculação hídrica e a carga geral de morbidade em populações. Em regiões semiáridas e rurais do Brasil, onde o abastecimento público é precário ou inexistente, o uso de cisternas para armazenar água de chuva e de carros-pipa é uma prática comum e necessária. No entanto, as condições inadequadas de captação, transporte e armazenamento podem favorecer a contaminação por agentes físicos, químicos e microbiológicos, comprometendo a segurança dessa água e expondo a saúde humana, animal e ambiental a riscos. Diante desse cenário, este estudo propôs avaliar os indicadores socioeconômicos dos usuários de cisternas além de determinantes microbiológicos da água de cisternas utilizadas em diferentes localidades dentro do município de Jucás, no Ceará, a fim de identificar potenciais não conformidades e estabelecer correlações com os princípios de Saúde Única através de entrevistas a campo e análise laboratorial da água. As análises incluíram parâmetros físico-químicos, como potencial hidrogeniônico (pH) e turbidez e no campo microbiológico, foram investigados coliformes totais e presença de *Escherichia coli*, considerados indicadores de contaminação fecal e risco microbiológico. Os dados obtidos foram comparados com as normas vigentes, como a Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria GM/MS nº 888/2021, para avaliar a conformidade com os padrões de potabilidade e segurança. Os resultados indicaram inconformidades tanto nos aspectos qualitativos quanto microbiológicos, evidenciando a necessidade de intervenções corretivas e preventivas no manejo da água armazenada. Além disso, a pesquisa buscou subsidiar estratégias de gestão hídrica mais eficazes, orientadas por uma abordagem de Saúde Única, integrando a saúde humana, animal e ambiental. Dessa forma, o estudo contribuiu com uma base científica para análises integradas, o fortalecimento das ações de vigilância sanitária e a promoção do desenvolvimento sustentável das populações que dependem das cisternas.

Palavras-chave: Gestão Hídrica; Contaminação; Abastecimento; Qualidade da água.

ABSTRACT

Water is an essential resource for sustaining life and the functioning of ecological and social systems. Its quality directly influences the prevalence of waterborne diseases and the overall burden of morbidity in populations. In semiarid and rural regions of Brazil, where public water supply is precarious or non-existent, the use of cisterns to store rainwater and water from tanker trucks is a common and necessary practice. However, inadequate collection, transportation, and storage conditions can favor contamination by physical, chemical, and microbiological agents, compromising the safety of this water and exposing human, animal, and environmental health to risks. Given this scenario, this study aimed to evaluate the quality of water from cisterns used in different locations within the municipality of Jucás, Ceará, in order to identify potential nonconformities and establish correlations with the principles of One Health through field interviews and laboratory analysis of the water. The analyses included physical-chemical parameters, such as hydrogen potential (pH) and turbidity, and in the microbiological field, total coliforms and the presence of *Escherichia coli* were investigated, considered indicators of fecal contamination and microbiological risk. The data obtained were compared with current regulations, such as CONAMA Resolution No. 357/2005 and GM/MS Ordinance No. 888/2021, to assess compliance with potability and safety standards. The results indicated non-conformities in both qualitative and microbiological aspects, highlighting the need for corrective and preventive interventions in the management of stored water. In addition, the research sought to support more effective water management strategies, guided by a One Health approach, integrating human, animal and environmental health. In this way, the study contributed with a scientific basis for integrated analyses, the strengthening of health surveillance actions and the promotion of sustainable development of populations that depend on cisterns.

Keywords: Water Management; Contamination; Supply; Water Quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Legislação e políticas públicas	10
2.2 Programa de Cisternas	12
2.3 Doenças infecciosas e zoonoses associadas a água	13
2.4 Higiene e segurança em armazenamento de água	15
3. METODOLOGIA	18
3.1 Coleta de Amostras	19
3.2 Análise dos Parâmetros Físico-Químicos	19
3.4 Análise Microbiológica	19
3.5 Avaliação das Condições Sanitárias e de Infraestrutura	20
3.6 Análise de Dados e Correlação com Indicadores de Saúde	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27
ANEXO	35

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e o funcionamento dos sistemas ecológicos e sociais, desempenhando um papel crítico na regulação dos processos bioquímicos e biológicos. Além disso, participa ativamente no ciclo hidrológico, um sistema dinâmico de evaporação, condensação, precipitação e infiltração que assegura a redistribuição e renovação dos recursos hídricos. Este ciclo é vital para a manutenção da disponibilidade de água nos ecossistemas terrestres e aquáticos, influenciando a fertilidade do solo, a produtividade agrícola e a preservação da biodiversidade (Silva, 2023).

Nesse contexto, a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos são determinantes fundamentais para a saúde humana e para a sustentabilidade dos ecossistemas. No entanto, a poluição hídrica, resultante de atividades antropogênicas, compromete substancialmente a integridade dos recursos hídricos, podendo desencadear sérios problemas de saúde única e provocar a degradação ambiental. Essa contaminação compromete tanto os sistemas biológicos quanto os processos ecológicos, impacta adversamente a saúde das populações humanas e a funcionalidade dos ecossistemas aquáticos e terrestres (Mélo, 2022; Artaxo, 2020).

Por isso, os processos hidrológicos e as estratégias de gestão integrada são importantes para assegurar a preservação e o uso sustentável dos recursos hídricos. Esse conceito é refletido na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433/97, que formaliza um paradigma de gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no Brasil, onde adota instrumentos de planejamento e controle, como o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e os planos de recursos hídricos (SINGREH), visando garantir a sustentabilidade dos recursos e a equidade no acesso à água. Logo, ambas atuam consolidando o princípio do aproveitamento múltiplo de recursos hídricos fundamentando-se na gestão integrada que considera tanto as dimensões qualitativas quanto quantitativas da água (Cosso, 2021).

Além disso, a eficácia da gestão de recursos hídricos está subordinada à coleta e análise rigorosa de dados por meio de sistemas de monitoramento avançados, os quais fornecem informações cruciais para a elaboração de políticas e para a tomada de decisões fundamentadas. Adicionalmente, a participação engajada e colaborativa de partes interessadas, tais como entidades governamentais, usuários e a sociedade civil, é essencial para assegurar uma abordagem de gestão que seja abrangente, transparente e baseada em um processo de consulta participativa. Assim, a abordagem de saúde única emerge de forma integrativa a gestão dos recursos hídricos com a saúde humana, animal e ambiental, destaca-se a interdependência

crítica entre esses sistemas e enfatiza as práticas eficazes de manejo da água que são essenciais para a prevenção de doenças e dos recursos naturais (Lima, 2023).

A qualidade da água é um determinante crítico da saúde única, influencia diretamente a prevalência de doenças transmitidas pela água e a carga geral de morbidade em populações. O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), é um exemplo emblemático de estratégia de monitoramento e controle da qualidade da água potável no Brasil. Esse Programa é projetado para realizar a vigilância sistemática das condições microbiológicas e físico-químicas da água distribuída em sistemas públicos e privados (Brasil, 2018).

O objetivo desse programa é garantir que os parâmetros de qualidade estejam em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que define os limites de potabilidade da água. Integrado ao Vigiagua, há o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) que desempenha papel crucial na integração de dados e na coordenação de estratégias de intervenção com base no gerenciamento de riscos à saúde associados à qualidade da água (Brasil, 2018). Desse modo, a combinação de monitoramento sistemático e ações corretivas contribui para a redução de riscos e a promoção da saúde única em ambientes urbanos e rurais (Martins, 2022).

Diante desse panorama, a gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas do Brasil tem sido substancialmente impactada por programas governamentais dedicados à implementação de cisternas, como o Programa Cisternas, regulamentado pela Lei nº 12.873 de 2013 e pelo Decreto nº 9.606 de 2018, sendo coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. De acordo com a Portaria Nº 2.462, de 6 de setembro de 2018, o programa visa a promoção do acesso descentralizado, autônomo e sustentável à água, promoção do acesso à água para consumo humano, com prioridade para beber e cozinhar e promoção do acesso à água para a produção de alimentos, em articulação com políticas de desenvolvimento da agricultura familiar e de povos e comunidades tradicionais.

A eficácia do Programa Cisternas é avaliada com base em parâmetros como a redução da incidência de doenças relacionadas à água e a melhoria na segurança alimentar. Pesquisas empíricas, semelhante ao estudo de Bezerra (2024), demonstram que a instalação de cisternas proporciona um armazenamento adequado de água da chuva, o que reduz a dependência de fontes de água não potável, frequentemente contaminadas por patógenos.

No entanto, a eficácia das cisternas na prevenção de doenças veiculadas pela água pode ser comprometida, já que está diretamente relacionada à aplicação rigorosa de práticas de manutenção e desinfecção. Herkenhoff (2020) observa que a degradação dos componentes dos sistemas de captação e armazenamento de água, combinada com práticas inadequadas de limpeza e desinfecção, cria condições propensas à proliferação de microorganismos patogênicos. A deterioração de filtros, reservatórios e tubulações, juntamente com a falta de manutenção periódica, contribui para a contaminação microbiológica da água armazenada. Essa contaminação pode resultar no crescimento de agentes patogênicos, como *Escherichia coli*, *Cryptosporidium spp.* e *Giardia lamblia*, que podem comprometer a qualidade da água e aumentar a incidência de doenças infecciosas veiculadas pela água (LEME, *et.al*, 2020; Casagrande, *et. al*, 2020).

No Ceará, onde a gestão da água enfrenta desafios adicionais devido a condições climáticas com baixos índices pluviométricos e longos períodos de estiagem, esses fatores agravam ainda mais a situação. Nesse sentido, onde a escassez de água e as condições climáticas adversas exacerbam o problema, a análise da água armazenada em cisternas torna-se ainda mais relevante. Em face desses riscos, é necessário realizar uma análise abrangente da qualidade da água para identificar e quantificar a presença desses contaminantes, bem como entender os fatores que contribuem para a sua proliferação. Portanto, com o objetivo de obter uma visão clara sobre a potabilidade da água e os possíveis riscos à saúde, o presente estudo foi conduzido para realizar uma análise físico-química e microbiológica detalhada da água em cisternas na cidade de Jucás-CE.

Tendo em vista a importância do acompanhamento e análise da água de abastecimento nos municípios, com foco nas áreas com cisternas, esse estudo tem como objetivo analisar a qualidade da água de cisternas no município de Jucás, no estado do Ceará, e correlacionar os resultados obtidos com indicadores de Saúde Única para esse objetivo foi feita uma avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das cisternas com testes laboratoriais, investigou os impactos das condições sanitárias e de infraestrutura das cisternas na saúde humana através de entrevistas a campo, além de observar a relação com a qualidade da água na saúde animal e por fim, foi feita uma comparação da qualidade da água de cisternas em diferentes localidades do município de Jucás-CE.

O município de Jucás é situado na região centro-sul do estado do Ceará e segundo o censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a população residente era de 23.922 habitantes. Em 2021, o PIB per capita era de R\$12.801,05 e na comparação com os demais municípios do estado ocupava a 70ª posição de 184ª, representa então, um município

com economia e desenvolvimento mediano, constata-se que não há uma assistência direcionada para a análise de água em reservatórios do tipo cisternas na cidade, já em relação a saúde a taxa de internações por diarreia média na cidade é de 58,5 para 100 mil habitantes realizando um comparativo com as outras cidades do estado, ocupa a 47º posição, representa assim um alerta para as condições e fatores associados à saúde.

Esses dados justificam a realização de um trabalho no município, focando na investigação das condições de potabilidade da água e dos potenciais riscos à saúde. Além disso, busca-se correlacionar as informações obtidas com indicadores de saúde, especialmente em relação à prevalência de doenças associadas à água.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Legislação e políticas públicas

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos é regulamentada pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas. Esta legislação estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que define uma estrutura abrangente e multifacetada para a administração dos recursos hídricos em território nacional. A PNRH faz uso de um conjunto de mecanismos e ferramentas regulatórias, sendo um dos pilares dessa abordagem a criação do Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH), que são instâncias consultivas e deliberativas compostas por representantes dos diversos usuários da água, órgãos governamentais e a sociedade civil. Esses comitês desempenham um papel na coordenação e na tomada de decisões relacionadas ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos em nível de bacia, que facilita a integração das demandas locais e regionais (Brasil, 1997).

Particularmente, em regiões sujeitas a eventos críticos, como períodos de escassez hídrica, inundações severas ou degradação da qualidade da água, os comitês desempenham um papel crucial na formulação de estratégias adaptativas e resilientes. A capacidade do CBH de conduzir análises detalhadas e ponderadas permite que eles identifiquem e priorizem medidas para mitigar os impactos desses eventos críticos sobre os múltiplos usos da água, garantindo que as políticas desenvolvidas atendam às necessidades emergenciais e sustentem a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos (ANA, 2000).

Em função de um processo estruturado e fundamentado em dados técnicos e científicos, os comitês asseguram que as decisões sejam informadas e alinhadas com os princípios da gestão integrada dos recursos hídricos. Assim, esse enfoque permite que as políticas de gestão sejam ajustadas conforme as condições e desafios específicos de cada bacia, promovendo uma abordagem equilibrada que considera tanto as demandas de uso imediato quanto a preservação a longo prazo dos recursos hídricos, conforme assegurado pela legislação e pelos planos de gestão (ANA, 2000; COGERH, 2023).

Diante disso, a responsável por implementar a PNRH, na esfera federal, é a Agência Nacional de Águas (ANA), que desempenha um papel fundamental na eficácia da gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil. Além de exercer o consentimento de direitos de uso da água, que visa garantir a utilização sustentável dos recursos hídricos. Desse modo, através de concessões é possível estabelecer limites e condições para o uso da água, assegurando que as atividades econômicas e os projetos de infraestrutura estejam em conformidade com os princípios de conservação e com as necessidades das bacias hidrográficas. Logo, esse processo é respaldado por uma análise técnica, rigorosa e por uma consulta pública que envolve diversas

partes interessadas, que promovem a transparência e a equidade na gestão dos recursos hídricos. Assim, a atuação da ANA para a implementação eficaz das políticas de gestão integrada, assegura que as diretrizes sejam aplicadas de maneira consistente e que os recursos hídricos sejam utilizados de forma sustentável e responsável (ANA, 2000).

Dessa forma, a coordenação e supervisão das atividades relacionadas à gestão das águas no País utilizam-se da união dos setores regulamentares mencionados, além do auxílio dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREH), do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que atuam na formulação, integração e coordenação das ações e políticas estabelecidas nos níveis de gestão nacional, estadual e local.

Adjunto a esse pensamento, a Lei 6.938/81 dispõe sobre a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), que inclui o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como um dos principais componentes, e estabelece a necessidade de uma abordagem integrada para a gestão ambiental. Essa legislação prevê a criação de secretarias estaduais e municipais de meio ambiente, garantindo que os projetos sejam avaliados quanto à sua viabilidade e conformidade com as normas ambientais. Assim, integra a participação da sociedade civil e do setor privado na formulação e execução das políticas ambientais, que promove um modelo de gestão descentralizado e participativo (Brasil, 1988; ANA, 2000; CONAMA, 2011; CNRH, 2020; COGERH, 2023; SINGREH, 2024).

No que diz respeito à instituição de mecanismos para a divulgação de informações ao consumidor, o Decreto nº 5.440/2005 estabelece os padrões de potabilidade da água, exigindo que os prestadores de serviços de abastecimento forneçam relatórios periódicos sobre a qualidade da água. A lei assegura a transparência e permite que os consumidores recebam informações claras e compreensíveis sobre a segurança da água que utilizam, promovendo a confiança pública e protegendo a saúde coletiva.

Simultaneamente, a Lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil, indica critérios para a qualidade da água, onde determina que os sistemas de abastecimento devem garantir a potabilidade da água consumida, e exige a transparência na comunicação com a população, por meio da divulgação de informações claras sobre a qualidade da água. Além disso, prevê a criação de planos de saneamento básico que devem ser elaborados e revisados periodicamente pelos municípios, para assegurar os investimentos em infraestrutura e atender às necessidades da população. Juntas, essas normativas promovem a confiança pública, asseguram a proteção da saúde coletiva e visam a

melhoria contínua das condições de vida por meio de uma gestão eficaz e transparente dos recursos hídricos e dos serviços de saneamento (Brasil, 2005; Brasil, 2007).

2.2 Programa de Cisternas

O Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água (Programa Cisternas), é uma iniciativa no enfrentamento da escassez hídrica em regiões semiáridas, sendo criado com o objetivo de promover a captação e o armazenamento de água da chuva para comunidades vulneráveis em regiões onde a água é um recurso escasso e frequentemente insuficiente para atender às necessidades básicas da população.

O programa oferece uma solução estruturada e sustentável, implementando cisternas que possibilitam a coleta e o armazenamento de água durante os períodos de chuva, busca garantir o acesso à água potável durante os meses secos e melhorar a qualidade de vida das populações afetadas pela seca, além de reduzir a distância percorrida pelas famílias para obter água e diminuir a dependência de fontes alternativas de abastecimento, como caminhões-pipa (Santos, 2023; Medeiros, 2023; Faria, 2023).

Em resposta aos desafios impostos pela escassez de água, o Decreto nº 9.606/2018 estabelece diretrizes detalhadas para enfrentar a crise hídrica, especialmente em regiões severamente afetadas pela escassez de água, uma das principais estratégias adotadas pelas diretrizes é a implementação de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva, que cita como exemplo a instalação de cisternas (Oliveira, *et.al*, 2024).

Assim, a implementação de cisternas com capacidade adequada às necessidades das comunidades, inclui critérios técnicos para a construção e manutenção desses sistemas juntamente com incentivo de integração das tecnologias complementares, como filtros e purificadores, que garantem a qualidade da água armazenada e minimiza os riscos à saúde (Fernandes, *et. al*, 2021; Avignon, 2021; Oliveira, *et.al*, 2024).

Logo, o Programa de Cisternas e o Decreto nº 9.606/2018 estão estreitamente interligados na melhoria da gestão dos recursos hídricos no Brasil, pois estabelece diretrizes para o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA), onde permite otimizar a localização e o dimensionamento das cisternas, assegurando que sejam instaladas em áreas com maior necessidade e potencial de captação. Além disso, o monitoramento contínuo e a análise das informações disponibilizadas pelo SINIMA possibilitam a avaliação da eficácia das cisternas ao longo do tempo que ajuda a identificar áreas com possíveis deficiências e fazer

ajustes nas estratégias de implementação e manutenção do programa (Gomes, *et.al*, 2023; Lins, *et.al*, 2024; Oliveira, *et.al*, 2024).

Em relação à parte estrutural e hidro sanitária, o Programa visa construir e instalar de cisternas de placas, que configuram um tipo de reservatório cilíndrico com cobertura e parcialmente enterrado. Este tipo de cisterna é especificamente projetado para a coleta e armazenamento de águas pluviais provenientes do escoamento captado dos telhados das edificações (Brasil, 2013).

A água da chuva é direcionada para o reservatório através de calhas confeccionadas em zinco ou PVC, que facilitam a condução da água para o sistema de armazenamento. O reservatório é enterrado até aproximadamente dois terços de sua altura, situando-se nas proximidades da edificação residencial. Este design permite a proteção da água contra a evaporação e minimiza o risco de contaminação atmosférica. A estrutura hermética do reservatório garante a preservação da água armazenada, que protege de contaminantes externos e mantém suas condições de potabilidade (Brasil, 2013).

De acordo com o estudo conduzido por Oliveira *et al.* (2024), a instalação de cisternas resultou em melhorias significativas em vários indicadores de saúde, principalmente na redução da incidência de doenças veiculadas por água contaminada, como a diarreia infecciosa. A pesquisa revela que a provisão de água armazenada de forma segura contribui para a diminuição das hospitalizações e melhora os índices gerais de saúde nas comunidades atendidas.

Além disso, o estudo identificou um efeito positivo indireto sobre os indicadores educacionais, com a melhora na frequência escolar e no desempenho acadêmico dos alunos, atribuído à redução das doenças relacionadas à água, que frequentemente resultam em faltas escolares. Portanto, a integração do Programa Cisternas com outras iniciativas de desenvolvimento sustentável, potencializa seus efeitos benéficos a educação ambiental, saúde pública e a capacitação técnica-científica do semi-árido (Santana, *et.al*, 2020).

2.3 Doenças infecciosas e zoonoses associadas a água

A água atua como um meio para a propagação de agentes patogênicos com potencial zoonótico ou não, influenciada por variáveis como a qualidade da água, a presença de reservatórios animais e os impactos das atividades humanas sobre os ecossistemas aquáticos. A presença de esgoto não tratado e a poluição de corpos d'água por resíduos animais são condições que aumentam as contaminações das águas. As condições climáticas, como altas temperaturas e umidade, também favorecem a sobrevivência e a proliferação de patógenos. Em áreas com infraestrutura inadequada para tratamento e abastecimento de água, esses fatores ambientais

agravam o problema, criando um ambiente propício para surtos de zoonoses (Valdivino, *et. al*, 2021; Fiuzza, 2023; Bezerra, 2024).

Diante disso, as patologias de interesse hídrico, destacam-se pela sua relevância na interseção entre ecossistemas aquíferos e saúde Única, como é o caso de algumas doenças infecciosas e parasitárias. Entre essas, encontram-se patologias como a febre tifóide causada pela bactéria *Salmonella enterica* sorotipo Typhi, que ocorrem com facilidade em regiões com infraestrutura sanitária deficiente e tratamento inadequado da água, resultando em surtos.

Neste cenário, se destaca também a amebíase, que se trata de uma infecção intestinal causada pelo protozoário *Entamoeba histolytica*, os cistos do parasito podem manter sua viabilidade no ambiente por semanas ou meses, e a ingestão de apenas um cisto é suficiente para causar a infecção, que pode predispor sintomas gastrintestinais, incluindo diarreia, dor abdominal e, em casos graves, disenteria amebiana, além disso, pode ocorrer complicações extra-intestinais, como abscessos hepáticos. (Cordova, *et. al*, 2022; Antunes, *et. al*, 2023; Bouffleur, *et. al*, 2024; Barbosa, 2024).

Adicionalmente, outras patologias são relevantes na discussão sobre doenças transmitidas pela água contaminada, incluindo a esquistossomose, a giardíase e a criptosporidíase. A primeira trata-se de uma doença parasitária de origem não zoonótica causada por trematódeos do gênero *Schistosoma*, que têm um ciclo de vida envolvendo caramujos aquáticos como hospedeiros intermediários. De forma semelhante, porém zoonótica, a giardíase ocorre pelo protozoário *Giardia lamblia*, causa, além dos sintomas gastrintestinais, quadros de má absorção e perda de peso, especialmente em crianças e indivíduos imunocomprometidos, entretanto, a maioria das infecções são assintomáticas e podem suceder tanto em adultos quanto em crianças (Santos, *et. al*, 2023; Pereira, *et. al*, 2024).

Da mesma forma, a criptosporidíase é provocada pelo protozoário *Cryptosporidium spp.* e se manifesta através de sintomas gastrointestinais, como diarreia aquosa, dor abdominal, náuseas e febre. A disseminação do protozoário, em áreas com condições sanitárias inadequadas, se agrava devido à sua resistência a tratamentos químicos comuns e condições ambientais adversas que contribui para a persistência dos oocistos no ambiente. (Keller, *et. al*, 2024; Rossi, *et. al*, 2024; Rocha, *et. al*, 2024).

Nessa perspectiva, o impacto dessas patologias na saúde única é considerável, especialmente em comunidades com acesso limitado à água potável e saneamento básico. Estudos epidemiológicos, como o de Teixeira, *et. al*, 2020 revelam que surtos de zoonoses transmitidas por água podem levar a um aumento significativo na incidência de doenças infecciosas, sobrecarregar os sistemas de saúde e elevar os custos relacionados ao tratamento e

hospitalização. Devido a isso, a detecção e o diagnóstico de doenças de veiculação hídrica exigem a análise microbiológica da água e estudos de campo referentes ao método ou prática de saneamento empregado na limpeza dos reservatórios. No entanto, apesar dos avanços na compreensão e controle das doenças transmitidas pela água, desafios significativos permanecem como a variabilidade dos patógenos, a resistência a métodos de tratamento convencionais e a necessidade de infraestrutura adequada. (Souza, *et. al*, 2022; Ogata, *et. al*, 2023; Souza, *et. al*, 2024).

2.4 Higiene e segurança em armazenamento de água

A higiene e segurança no armazenamento de água são essenciais para garantir a qualidade e a potabilidade do recurso. A limpeza e desinfecção de reservatórios e cisternas devem seguir procedimentos rigorosos para prevenir a contaminação. Logo, garantir que a água armazenada permaneça livre de contaminantes é fundamental para a prevenção de doenças de veiculação hídrica.

A manutenção adequada de reservatórios e cisternas exige a implementação de protocolos rigorosos de limpeza e desinfecção, os quais devem ser seguidos com precisão para evitar a introdução de patógenos. Portanto, cada etapa do processo de armazenamento, desde a construção até a operação e manutenção dos sistemas, deve considerar aspectos científicos e técnicos para assegurar que a água não sofra contaminação física, química ou microbiológica (Nascimento, *et. al*, 2020; Feitosa, *et. al*, 2022; Araújo, *et. al*, 2024).

Nesse contexto, o manejo apropriado de água armazenada se torna necessário não apenas para a preservação da qualidade da água, mas também para a proteção da saúde única, já que a implementação de práticas eficazes de manejo envolve a avaliação contínua das condições dos reservatórios e cisternas, bem como o acompanhamento da utilização de materiais de construção e revestimentos que minimizem a absorção e a proliferação de contaminantes, e a aplicação de tecnologias que promovam a detecção precoce de alterações na qualidade da água. Além disso, a capacitação dos profissionais responsáveis pelo monitoramento e pela manutenção dos sistemas de armazenamento é fundamental para garantir a execução adequada dos protocolos estabelecidos (Martins, *et. al*, 2023; Medeiros, *et. al*, 2023; Locatelli, 2024).

Assim, a Norma Brasileira de Regulamentação (ABNT-NBR) 15.527, surge com critérios para a construção de cisternas e reservatórios, assegurando que esses componentes sejam projetados para evitar contaminação e manter a qualidade da água armazenada. Os critérios devem incluir especificações para a instalação de filtros e sistemas de desinfecção para

a remoção eficaz de partículas e microrganismos, além de fornecer diretrizes sobre a manutenção e monitoramento do sistema, incluindo a frequência de limpeza e a inspeção de potenciais fontes de contaminação.

A norma também orienta sobre a adaptação dos sistemas às condições climáticas e às necessidades específicas de uso da água, garantindo uma operação eficiente e segura. Conforme NBR 5.626, é recomendado que os reservatórios sejam submetidos a processos de limpeza e desinfecção com solução de hipoclorito de sódio (NaClO) anualmente, essa prática deve minimizar a proliferação de contaminantes e garantir que a água mantida no reservatório permaneça dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos para consumo humano (ABNT, 2019; ABNT, 1998).

Nessa perspectiva, a NBR 15.257 dispõe de uma padronização referente a frequência de limpeza dos componentes da cisterna, com o uso de dispositivo de descarte de chuva inicial, e limpeza frequente entre o descarte e o sistema de armazenamento. Referente às calhas, condutores verticais e horizontais, precisam de uma limpeza semestral, para evitar principalmente a obstrução do fluxo de água e prevenir problemas como transbordamentos ou vazamentos. Além disso, o sistema de filtragem e as bombas de transferência de água devem ser limpos mensalmente, para evitar problemas na purificação e vazão. Por fim, a cisterna em si deve ser limpa anualmente, se tratando de uma limpeza profunda para remover sedimentos, algas e outros contaminantes que possam se acumular ao longo do tempo (ABNT, 2019; ABNT, 1998).

Em vista disso, o monitoramento mensal da qualidade da água é fundamental para garantir a segurança e a potabilidade do armazenamento em cisternas. A avaliação envolve a análise de diversos parâmetros, como pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos, amônia, nitrato, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Entretanto, muitos produtores enfrentam desafios para realizar essas análises devido à escassez de laboratórios na região e aos elevados custos de transporte e análise.

Logo, cada produtor deve analisar sua realidade local e estabelecer um período ideal de monitoramento da qualidade da água com base em diversos fatores, incluindo a fonte de captação, o volume de armazenamento e as condições ambientais específicas. Quando as amostras não são coletadas de forma representativa e conforme os protocolos estabelecidos, os resultados obtidos podem não refletir com precisão a qualidade real da água. Conseqüentemente, as amostras mal coletadas podem conter uma distribuição desigual de contaminantes ou não retratar as variações temporais e espaciais da água armazenada. Sendo assim, o erro na coleta resulta em dados imprecisos, levando a decisões ineficazes e à

necessidade de repetir os testes, o que gera custos adicionais e atrasos no calendário de limpeza da cisterna. Além disso, a falta de dados confiáveis pode comprometer a segurança da água e a eficácia das medidas corretivas adotadas (São Paulo, 2010; Amorim, *et. al*, 2020; Silva, *et. al*, 2021; Souza, *et. al*, 2023; Kim, *et. al*, 2024).

3. METODOLOGIA

O estudo proposto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o número de parecer 87506625.4.0000.0301 e foi conduzido no município de Jucás, situado na região centro-sul do estado do Ceará, no Brasil, foram selecionadas amostras por conveniência com objeto de estudo as cisternas localizadas nos seguintes sítios: Várzea, que abriga 1 cisternas, Panchavati, com 1, Bebedouro, com 4, Mineiro, com 1, e no sítio Antas, com 2, Torrões, com 1 (**Figura 1 e 2**).

O município de Jucás-CE tem uma altitude média de 246 m e apresenta coordenadas - 6.51859 de latitude e -39.5289 6° 31' 7" de longitude Sul e 39° 31' 44" Oeste (IBGE, 2012). A cidade é abastecida pelo Açude Muquém e o abastecimento, gestão e distribuição da água é de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

A metodologia adotada foi detalhada em etapas, incluindo a coleta de amostras de águas de cisternas captadas das chuvas, foram analisados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, a avaliação das condições sanitárias e de infraestrutura das cisternas, e a análise dos dados para identificar possíveis correlações com indicadores de saúde.

Figura 1 - Localização dos sítios no município de Jucás-CE.



Fonte: Google Maps, 2024.

Figura 2- Cisternas da zona rural do município de Jucás, Ceará.



Legenda: Cisternas objetos de estudo, onde A representa o sítio Panchavati, com 1 cisterna; B, C, D e E representam o sítio Bebedouro, com 4 cisternas, F representa o sítio Várzea, com 1

cisterna, G e H representam o sítio Antas, com 2 cisternas, I representa o sítio Mineiro, com 1 cisterna e J representa o sítio Torrões, com 1 cisterna. **Fonte:** Acervo pessoal, 2024.

3.1 Coleta de Amostras

A coleta das amostras de água das cisternas foi realizada no mês de maio. A coleta foi realizada com frascos estéreis com o objetivo de minimizar o risco de contaminação, esses frascos foram acondicionados em caixas isotérmicas para garantir que a integridade das amostras fosse mantida até o momento da análise.

3.2 Análise dos Parâmetros Físico-Químicos

A análise dos parâmetros físico-químicos da água foi realizada no laboratório H2O Analysis seguindo as diretrizes estabelecidas pela CONAMA, 2011 e pela Portaria GM/MS nº 888/2021. As amostras coletadas foram das cisternas da comunidade Várzea e da Comunidade Bebedouro (respectivamente cisternas A e C na figura 2). Os parâmetros físico-químicos analisados incluem potencial hidrogeniônico (pH) e turbidez, que seguem a tabela de padrão organolépticos de potabilidade. O passo a passo para a análise dos parâmetros consistiu em:

- 1. Determinação do potencial hidrogeniônico (pH):** O procedimento consistiu em colocar uma porção da amostra em um recipiente, realizar a medição do pH com um pHmetro e foi feita uma planilha de registro.
- 2. Determinação de Turbidez:** O procedimento consistiu em agitar levemente a amostra de água, transferi-la para uma cubeta apropriada e inseri-la no turbidímetro devidamente calibrado. Em seguida, foi realizada a leitura da turbidez, expressa em unidades NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), registrando-se o valor indicado pelo equipamento.
- 3. Determinação da temperatura:** A avaliação consistiu em medir diretamente a temperatura da amostra utilizando um termômetro digital previamente calibrado. A medição foi feita imediatamente após a coleta para evitar alterações provocadas por variações ambientais, sendo os resultados expressos em graus Celsius (°C).

3.4 Análise Microbiológica

A análise microbiológica da água foi conduzida no mês de maio e foram coletadas 2 (duas) amostras de cada uma das duas cisternas objetos de estudo, para detectar a presença de contaminantes biológicos, incluindo coliformes totais e *Escherichia coli*. Foram empregadas técnicas padrão de microbiologia para essas análises. A detecção de coliformes totais (CT) e

coliformes termotolerantes foi realizada utilizando o método de tubos múltiplos, conforme as diretrizes estabelecidas no "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (Baird; Eaton; Rice, 2017), seguida da análise da presença de *E. Coli* através de cultura em meio seletivo. O procedimento consistiu em inocular a água coletada em tubos contendo meios de cultivo específicos, que favorecem o crescimento dos coliformes e após um período de incubação a temperaturas controladas, a formação de gás e a alteração de cor nos meios indicaram a presença de coliformes.

3.5 Avaliação das Condições Sanitárias e de Infraestrutura

Foi criado um formulário para coletar informações sobre práticas de uso, limpeza e manutenção das cisternas, bem como ao conhecimento da comunidade sobre boas práticas sanitárias (Anexo A). Esse questionário foi aplicado nos dias 25 e 26 de maio, 1 semana após o dia das coletas de água das cisternas. Além disso, foi realizada uma inspeção visual, onde foram observados pontos como o estado geral da estrutura, se há presença de fissuras e/ou vazamentos, condições de limpeza e manutenção, e a presença de tampas e vedações adequadas.

3.6 Análise de Dados e Correlação com Indicadores de Saúde

Foi realizada uma análise estatística a partir de análises descritivas, como a média, moda e mediana através do software de planilhas eletrônicas Excel. Além disso, utilizou do desenvolvimento de tabelas e comparação dos dados com a literatura base.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do questionário realizada aborda o perfil socioeconômico e o uso da cisterna de placa entre dez moradores da zona rural de uma região semiárida do município de Jucás, Ceará, com foco em características demográficas, educacionais, ocupacionais, além do uso e manutenção do sistema de captação e armazenamento de água de chuva.

A amostra foi composta por 10 indivíduos, sendo 60% do sexo masculino (n=6) e 40% do sexo feminino (n=4), com idades variando entre 42 e 80 anos (média de 67,1 anos). A maioria dos participantes são idosos (≥ 60 anos), evidenciando uma população envelhecida, o que pode indicar tanto o êxodo rural de jovens quanto o envelhecimento in loco. O grau de escolaridade é baixo: 80% dos participantes possuem apenas o ensino fundamental incompleto ou são analfabetos, refletindo o histórico de exclusão educacional em áreas rurais exibidos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados dos entrevistados

Entrevistados	Gênero	Idade/Anos	Quantidade De Moradores	Formação	Tempo de uso da cisterna	Frequência de limpeza da cisterna	Uso da água das cisternas
1	Masculino	77	2	Ensino Fundamental Incompleto	8	Anual	Consumo próprio, dessedentação animal, cultivo e produção
2	Masculino	69	2	Ensino Fundamental Incompleto	10	Anual	Consumo próprio, dessedentação animal
3	Masculino	59	2	Ensino Fundamental	8	Nunca	Consumo próprio, dessedentação animal
4	Masculino	80	4	Ensino Fundamental Incompleto	10	Anual	Consumo próprio, dessedentação animal
5	Masculino	60	3	Ensino Fundamental Incompleto	8	Anual	Consumo próprio, dessedentação animal
6	Feminino	78	4	Ensino Fundamental Incompleto	10	Nunca	Consumo Próprio, Dessedentação Animal

7	Feminino	68	2	Ensino Fundamental Incompleto	10	Anual	Consumo Próprio, Dessedentação Animal
8	Masculino	42	3	Ensino Médio Completo	8	Anual	Consumo Próprio, Dessedentação Animal
9	Feminino	58	3	Ensino Médio Completo	8	Nunca	Consumo Próprio, Dessedentação Animal
10	Feminino	80	2	Analfabeta	10	Nunca	Consumo Próprio, Dessedentação Animal

Em relação a ocupação e o tempo de uso das cisternas, a maioria dos entrevistados são aposentados (70%), e o tempo médio de uso das cisternas de placa (com capacidade de 16.000 L) é de aproximadamente 9 anos, indicando familiaridade com a tecnologia. A adoção dessa tecnologia apresenta estabilidade temporal, com uso prolongado por quase uma década, o que sugere aceitação social e apropriação do sistema.

No que se refere ao uso da água armazenada, a totalidade dos entrevistados utiliza a água da cisterna para consumo próprio e dessedentação animal. Apenas um caso relatou também o uso para cultivo e produção agrícola, o que pode ser considerado atípico, considerando a limitação volumétrica da cisterna e as necessidades hídricas elevadas da agricultura, mesmo em sistemas de agricultura familiar. Logo, esse uso multifuncional pode representar uma estratégia adaptativa local, porém levanta preocupações quanto à sustentabilidade do recurso hídrico armazenado (Pranke, 2022; Ribeiro *et al*, 2024).

Acerca da manutenção e limpeza das cisternas, a análise dos dados revela que apenas 60% dos entrevistados reportaram a realização de limpeza anual da cisterna, procedimento essencial para a preservação da qualidade da água armazenada. O método mais comumente empregado consiste na utilização de água e sabão, o que, embora seja uma prática mínima recomendada, pode não ser suficiente para garantir a completa remoção de biofilmes, sedimentos e potenciais patógenos acumulados ao longo do tempo.

O dado mais preocupante, no entanto, é que três entrevistados (30% da amostra) afirmaram nunca realizar a limpeza do reservatório, o que configura um fator de risco sanitário significativo, sobretudo em contextos de uso direto da água para ingestão humana, como declarado por todos os participantes (Gomes, 2024; Teixeira *et al*, 2024).

Em relação à realização da limpeza da cisterna, 70% dos respondentes que praticam a higienização o fazem de forma autônoma, sem apoio técnico ou contratação de profissionais especializados. Esse dado reforça achados de Nadai (2024) e Rossini (2024), que apontam a informalidade nas práticas de manutenção hídrica como um dos principais vetores de ineficiência na gestão de sistemas autônomos de abastecimento em comunidades rurais.

A falta de conhecimento técnico pode comprometer a efetividade da higienização, resultando em falsa sensação de segurança sanitária. A frequência da higienização, para os que a realizam, foi exclusivamente anual, utilizando-se o hipoclorito de sódio (cloro) como principal agente desinfetante. Embora o uso do cloro esteja em consonância com a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece padrões de potabilidade da água no Brasil, a periodicidade anual pode ser considerada insuficiente em contextos de alta carga orgânica no ambiente, como demonstrado por Carvalho (2024), sobretudo em áreas com elevada incidência de detritos vegetais no entorno da captação.

Importante destacar que 40% dos entrevistados declararam não realizar qualquer tipo de higienização da água armazenada, o que constitui um grave fator de risco à saúde humana, conforme indicam Ferreira *et al* (2022) e Martinho *et al* (2023) ao correlacionarem a ausência de práticas sanitárias com o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica.

A ausência de protocolos de manutenção e higienização das cisternas compromete diretamente a potabilidade da água, favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos, como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, e outros contaminantes de origem fecal e ambiental, especialmente em regiões onde a vedação inadequada e o manejo incorreto da água coletada ainda são recorrentes. Autores, como Souza *et al*, 2021, Martinho *et al*, 2023 e Araújo *et al*, 2025 destacam que a eficácia das cisternas de placa como solução de acesso à água segura está intrinsecamente ligada à adesão a rotinas periódicas de limpeza, monitoramento da qualidade da água e capacitação dos usuários.

A negligência com a manutenção desses sistemas, como evidenciado nesta amostra, pode ser atribuída a múltiplos fatores estruturais, dentre os quais se destaca a ausência de acompanhamento técnico continuado após a instalação das cisternas. Esta lacuna institucional compromete a sustentabilidade da tecnologia social implantada, evidenciando a necessidade de reformulação dos modelos de assistência técnica rural. Ademais, a limitada escolaridade observada entre os participantes parece agravar o quadro, dificultando a compreensão da importância da manutenção preventiva e das boas práticas de gestão da água domiciliar (Ferreira, 2022; Sousa *et al*, 2024).

Em termos de manutenção preventiva, a prática foi mais frequente do que a desinfecção, com 60% dos entrevistados relatando realizar inspeções na estrutura da cisterna, focando principalmente na detecção de vazamentos. Apesar disso, nenhuma menção foi feita à avaliação de aspectos estruturais mais complexos, como integridade do revestimento, vedação da tampa ou eficiência do sistema de primeira água. A ausência desses elementos no processo de manutenção sugere uma abordagem restrita ao reparo reativo, e não preventiva, o que compromete a longevidade do sistema.

Sobre os problemas já enfrentados relacionados à qualidade da água, foram frequentemente relatados o acúmulo de folhas e o entupimento ou dano nos filtros, condições que comprometem a qualidade físico-química e microbiológica da água. Tais ocorrências indicam falhas tanto no sistema de captação (ausência de calhas limpas e filtros eficientes) quanto no manejo pós-captação (Pranke, 2022; Araújo *et al*, 2025).

Os resultados obtidos nesta análise indicam que, embora as cisternas de placa estejam amplamente difundidas entre os moradores da zona rural estudada, o uso da tecnologia ainda apresenta limitações significativas quanto à sua funcionalidade plena, sobretudo no que tange à manutenção e à segurança hídrica. Observa-se que a cisterna tem cumprido seu papel primário de assegurar o acesso básico à água em contextos de escassez pluviométrica, típica das regiões semiáridas. No entanto, o uso inadequado, a subutilização do potencial da estrutura e a ausência de cuidados sistemáticos com a qualidade da água indicam que a tecnologia, por si só, não é suficiente para garantir a segurança hídrica, exigindo uma abordagem mais integrada e permanente (Castilho, 2023; Silva, 2025; Aquino, 2025).

A análise dos dados evidencia que fatores como o baixo nível educacional da maioria dos entrevistados, a predominância de aposentados idosos e a falta de ações continuadas de apoio técnico comprometem a eficácia e a sustentabilidade da cisterna como política pública de acesso à água. Conforme discutido por Ribeiro *et al* (2024) e Farias *et al* (2023), a efetividade das tecnologias sociais no semiárido depende não apenas da infraestrutura física, mas também de uma ecologia de saberes e práticas que envolvam os usuários em processos de aprendizagem, corresponsabilização e empoderamento.

Além disso, a percepção limitada sobre os múltiplos usos da água da cisterna, com baixa diversificação para atividades produtivas e cuidados com a saúde, aponta para uma concepção restrita de seu uso, muitas vezes pautada por insegurança quanto à qualidade da água armazenada. Isso limita o potencial transformador da cisterna como elemento estruturante do desenvolvimento local sustentável. A ausência de políticas integradas de saneamento, educação

ambiental e segurança alimentar nas comunidades estudadas compromete, assim, a visão da cisterna como tecnologia emancipatória (Nakamura *et al*, 2021; Moreira, 2024; Marra, 2025).

A análise da composição zootécnica das propriedades avaliadas revela a existência de um modelo agropecuário de base familiar, caracterizado por baixa escala produtiva e multifuncionalidade das espécies criadas. As informações levantadas junto aos dez entrevistados demonstram que 90% das propriedades possuem animais domésticos ou de criação, com destaque para galinhas (n=111), cães (n=15), gatos (n=18) e patos (n=31). Apenas uma propriedade registrou a presença de animal de tração (jumento), reforçando a hipótese de substituição gradual dessa categoria por práticas mais modernas ou mecanizadas, conforme observado em Silva *et al* (2023).

A alimentação desses animais é predominantemente baseada em insumos de baixo custo e fácil acesso, como milho (no caso das aves) e restos de comida combinados com ração industrializada (no caso de cães e patos). Essa prática, embora viável do ponto de vista econômico, acarreta limitações nutricionais importantes e eleva os riscos sanitários, sobretudo quando associada à ausência de critérios adequados de manejo de resíduos e à proximidade entre os espaços de criação e os reservatórios domiciliares de água (Magalhães *et al*, 2023).

Quando os dados zootécnicos são analisados em correlação com os resultados anteriormente obtidos sobre manutenção e higienização das cisternas de placa, observam-se sinais críticos de risco sanitário ambiental. Quase metade dos entrevistados relataram já ter enfrentado problemas relacionados à qualidade da água armazenada, com destaque para acúmulo de folhas, presença de sujeira e entupimento de filtros. Ao mesmo tempo, verificou-se que muitos não realizam higienização adequada da água ou manutenção estrutural sistemática da cisterna.

Como demonstrado por Martinho *et al* (2023), a convivência entre animais e estruturas de armazenamento de água sem barreiras físicas ou protocolos de separação funcional aumenta substancialmente o risco de contaminação microbiológica, sobretudo por coliformes fecais e protozoários como *Giardia spp*. Ainda mais crítico é o fato de que a maioria das famílias residentes é composta por idosos aposentados, com baixa escolaridade formal, o que potencializa a adoção de práticas empíricas de manejo, com reduzido respaldo técnico.

A combinação desses fatores — vulnerabilidade socioeconômica, práticas tradicionais e infraestrutura hídrica de autogestão — configura um cenário de risco sanitário sistêmico, especialmente em contextos de uso múltiplo da água (consumo humano, dessedentação animal e irrigação), como evidenciado em sete das dez propriedades analisadas.

Do ponto de vista da saúde ambiental, a coexistência de galinheiros, currais improvisados e áreas de armazenamento de água sem o devido controle representa um vetor relevante de contaminação cruzada. Isso exige atenção especial das políticas públicas de assistência técnica rural e vigilância sanitária, que devem priorizar abordagens integradas de manejo da água e produção animal, conforme defendem Ferreira *et al* (2025) e Pranke *et al* (2025). Além disso, recomenda-se a disseminação de tecnologias sociais de baixo custo que promovam a barreirização física, o afastamento entre estruturas sensíveis e a capacitação das famílias quanto às boas práticas agroecológicas e sanitárias.

Portanto, os dados aqui discutidos apontam para a urgência de intervenções estruturantes e educativas que considerem a interface entre segurança hídrica, saúde pública e produção animal no meio rural. A promoção de sistemas de produção familiar resilientes exige a articulação entre conhecimento técnico, infraestrutura adequada e ações continuadas de formação e monitoramento.

No que tange à análise microbiológica, as amostras de água foram avaliadas conforme o Relatório de Ensaio n.º 12530.2025.A-V.O. Os resultados indicaram a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em ambas as coletas realizadas, evidenciando inconformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, com as alterações introduzidas pela Portaria GM/MS nº 888/2021, de 4 de maio de 2021. De acordo com esta regulamentação, a ausência desses microrganismos indicadores é obrigatória em 100 mL de amostra para que a água seja considerada própria para consumo humano.

A detecção de *E. coli*, em particular, é um indicativo direto de contaminação fecal recente, o que representa um risco sanitário relevante para a população atendida por essas fontes hídricas, já a presença de coliformes totais, embora menos específica, reforça a possibilidade de falhas na proteção e manutenção dos sistemas de armazenamento e distribuição da água.

Quanto à análise físico-química, o parâmetro de turbidez apresentou resultados satisfatórios: a cisterna da comunidade Bebedouro apresentou turbidez inferior a 0,5 uT (unidades de turbidez), enquanto a cisterna da comunidade Panchavati registrou turbidez de 0,5 uT. Ambos os valores encontram-se dentro dos limites permitidos pela legislação vigente, que estabelece valor máximo de 5,0 uT para sistemas simplificados de abastecimento (tabela 2).

Tabela 2. Resultados das análises

Tipo de Análise	Parâmetro Avaliado	Unidade	Resultado - Bebedouro	Resultado - Panchavati	Padrão Legal	Conformidade
Microbiológica	Coliformes totais	Presença/ausência	Presença	Presença	Ausência em 100 mL (Port. GM/MS nº 888/2021)	Não conforme
Microbiológica	<i>Escherichia coli</i>	Presença/ausência	Presença	Presença	Ausência em 100 mL (Port. GM/MS nº 888/2021)	Não conforme
Físico-química	Turbidez	uT (unidade de turbidez)	< 0,5 uT	0,5 uT	≤ 5,0 uT para sistemas simplificados (mesma portaria)	Conforme
Físico-química	Temperatura	°C	21°C	22°C	(Port. GM/MS nº 888/2021)	Conforme
Físico-química	Ph	—	6	6	Ph 6 - 9,5 (Port. GM/MS nº 888/2021)	Conforme

Apesar da conformidade quanto à turbidez, o comprometimento microbiológico das amostras evidencia a necessidade urgente de ações corretivas no processo de manejo e tratamento da água nas comunidades avaliadas, incluindo a implementação de medidas de controle e monitoramento mais rigorosas, como a melhoria das condições de armazenamento e transporte da água, a utilização de tecnologias de purificação mais eficazes, como sistemas de filtragem e desinfecção, e o fortalecimento da fiscalização sobre a qualidade da água fornecida à população.

Além disso, é fundamental que sejam desenvolvidas e implementadas ações de educação sanitária voltadas à capacitação da comunidade sobre práticas adequadas de higiene e segurança na manipulação e consumo da água. Tais ações podem incluir orientações sobre a

necessidade de manutenção regular das cisternas, a instalação de sistemas de filtração domiciliar e o uso correto de métodos simples de desinfecção, como a fervura da água antes do consumo.

A mitigação dos riscos à saúde única e a garantia da potabilidade da água dependem de uma abordagem integrada que contemple, simultaneamente, a otimização das condições de tratamento e armazenamento da água, bem como a promoção de práticas de educação sanitária. Tais medidas são fundamentais para assegurar que a água consumida atenda aos parâmetros de qualidade necessários à proteção da saúde humana, animal e ambiental. Nesse contexto, a implementação dessas estratégias de intervenção é imperativa, particularmente em regiões que dependem de fontes hídricas suscetíveis à contaminação, sendo essencial para a promoção e manutenção da saúde coletiva.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa demonstrou que, embora as cisternas de placas representem uma alternativa viável para o acesso à água em regiões semiáridas como o município de Jucás (CE), sua eficácia está aliada à ausência de suporte técnico continuado e à falta de protocolos adequados de manutenção e higienização que compromete a segurança hídrica e a saúde das comunidades beneficiadas. Além disso, a análise do perfil dos entrevistados revelou um cenário de vulnerabilidade estrutural, no qual o conhecimento empírico muitas vezes substitui práticas técnicas essenciais à preservação da qualidade da água. Por fim, os resultados laboratoriais reforçam essas constatações, ao revelarem a presença de coliformes fecais e *Escherichia coli* nas amostras de água analisadas, o que infringe as normativas vigentes e sinaliza falhas graves no manejo do sistema.

Assim, as cisternas devem ser compreendidas não apenas como infraestrutura física, mas como parte de uma tecnologia social que requer suporte institucional, educação sanitária, acompanhamento técnico e práticas comunitárias organizadas. A promoção de políticas públicas integradas, que considerem simultaneamente as dimensões hídrica, sanitária e produtiva, é essencial para que a cisterna cumpra seu papel como instrumento de segurança hídrica, saúde ambiental e desenvolvimento rural sustentável.

REFERÊNCIAS

AMORIM, J. G. B. **Análise socioambiental da comunidade Califórnia em Ipojuca – Pernambuco**. 2020. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2020.

ANTUNES, M. L.; SEIXAS, J. As febres entéricas em África. **Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical**, v. 22, n. 2, p. 121-127, 2023.

AQUINO, Luiz Lima de. **A influência das secas na história de Patos - Paraíba**. 2023. 88 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, 2023. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/34632>. Acesso em: 5 jun. 2025

ARAÚJO S., G. A. *et al.* **Análise crítica do termo de referência da resolução conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM (MG), nº 3181/2022, que regulamenta a política estadual de segurança de barragens, referente ao abastecimento de água**. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/67630> . Acesso em: 12 set. 2024.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 34, p. 53-66, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.005>. Acesso em: 24, agosto, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2019. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. 1 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998. 41 p.

BARBOSA, M. M. Análise da presença de protozoários na água do mar como ferramenta de aprendizagem da disciplina de microbiologia. **Lumen Et Virtus**, v. 15, n. 38, p. 632-643, 2024.

BEZERRA, Camila Esmeraldo. **Análise das correlações entre endemias, saneamento básico, áreas de risco e meio ambiente na cidade de Crato - CE**. 2024. 153 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

BOUFLEUER, N. D. **Amebíase intestinal: relato de caso**. 2024. Trabalho de conclusão de especialização (Programa de Residência Médica em Gastroenterologia) – Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/273706>. Acesso em: 04 set. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 9.984**, de 17 de julho de 2000. Cria a Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil>. Acesso em: 04 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). **Instrução Normativa n.º 09**, de 03 de março de 2023. Cisterna de placas de 16 mil litros. Programa Cisternas. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). **Programa Cisternas**. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/acesso-a-alimentos-e-a-agua/programa-cisternas>. Acesso em: 29 ago. 2024.

BRITO, G. P. *et al.* Febre Tifoide no Brasil: fatores determinantes / typhoid fever in brazil. **Brazilian Journal Of Health Review**, [S.L.], v. 3, n. 5, p. 12399-12405, 2020. <http://dx.doi.org/10.34119/bjhrv3n5-084>.

CARVALHO, J. F. *et al.* Clinical and therapeutic aspects of canine giardiasis-a report of three cases: Aspectos clínicos e terapêuticos da giardíase canina-relato de três casos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 4, p. 3435-3445, 2023.

CARVALHO, P.; HUGO, V. **Estudo da qualidade da água nas unidades de pronto atendimento da rede municipal de saúde de João Pessoa**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2024. Disponível em: <https://sigaa.ufpb.br/sigaa/public/docente/producao.jsf?siape=4201553>. Acesso em: 4 jun. 2025

CASAGRANDE, M. V. *et al.* Controle integrado de pragas na agroindústria:: pequenos animais que geram grandes problemas. In: STARIKOFF, K. R.; RANKRAPE, F.; BELLON, A. K. **Agroindústria de alimentos:: caminho para um alimento seguro**. Realeza: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2020. Cap. 4. p. 39-39.

CASTILHO B., **Isabella Nogueira Bittar. Projeto Geo-Escola em Ribeirão Preto (SP): Difusão do conhecimento geológico para conservação de águas subterrâneas**. 2023. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2023.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 284, de 29 de janeiro de 2020. Estabelece critérios para outorga de direitos de uso de recursos hídricos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 30 jan. 2020.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Relatório Anual de Gestão de 2023**. Fortaleza: COGERH, 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 maio 2011.

CORDOVA, C. A. S. *et al.* Análise Da Taxa De Interações E Da Mortalidade Pela Amebíase No Brasil Entre 2015 e 2021. **Jnt- Facit Business And Technology Journal**, [s. l], v. 2, n. 39, p. 232-256, 30 out. 2022.

COSSO, S. P. A. **Sustentabilidade e gestão de recursos hídricos**: contribuição da economia comportamental para a formulação de políticas públicas nos comitês das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2021. Disponível em: <http://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/handle/123456789/16483> . Acesso em: 10 set. 2024.

FARIA, G. P. **O protagonismo feminino no gerenciamento dos recursos hídricos na zona rural do município de Poço Redondo - SE**. 2023. 132 f. Dissertação (Mestrado em

Sociologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/19619>. Acesso em: 27 out. 2024.

FARIAS, M. G. *et al.* **Produções de tecnologia social nos programas de pós-graduação da Universidade Federal do Maranhão: perspectivas e possibilidades.** 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.

FEITOSA, J.; ANDRADE, P. Segurança dos alimentos e ferramentas da qualidade. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L.], v. 19, n. 39, p. 05-19, 30 mar. 2022.

FERNANDES, A. C. G. *et al.* A democratização do acesso à água em regiões semiáridas e a importância da Lei 12.873/2013. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 11, p. 1-10, 2021.

FERREIRA, A. J. A.; RODRIGUES, F.; SILVA, S. Ozonização como processo de desinfecção da água para consumo humano: eficiência e sustentabilidade. **Aracê**, v. 7, n. 5, p. 24859–24879, 2025.

FERREIRA, L. C. C. **Implementação de ações educativas sobre o manuseio de cisternas e gestão da água: relato de experiência.** 2022. Artigo apresentado no Curso de Enfermagem, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, CE. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/4471>. Acesso em: 4 jun. 2025.

FIUZA, Á. L. G. A degradação ambiental por ocupações irregulares em áreas de preservação ambiental: riscos, susceptibilidades e vulnerabilidades. **Sitientibus**, v. 1, n. 64, 2023.

GOMES, M. C. B. L. *et al.* **Avaliação do uso e eficiência de tratamentos domiciliares de água em comunidades rurais na Amazônia Central.** 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/73513>. Acesso em: 27 out. 2024.

HERKENHOFF, P. B. **Cisternas de aproveitamento de águas pluviais: relação entre a conservação dos sistemas e o envolvimento e capacitação das famílias.** 2020. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/dissertacoesdefendidas/tese_15333_patricia_herkenhoff_discompactado.pdf. Acesso em: 28 ago. 2024.

KELLER, Regina De Pinho *et al.* Ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia* em águas de abastecimento público em Vitória, ES, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 29, p. 1-10, 2024.

KIM, Viviane Jin Ues *et al.* **Eficiência das gestões de resíduos sólidos urbanos dos municípios mineiros em 2021: um estudo apoiado na ferramenta análise envoltória de dados.** 2024. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/75934>. Acesso em: 04 set. 2024.

LEME, E. J. A. **Manual Prático de Tratamento de Águas Residuárias**. 2ed. São Carlos: Edufscar, 2020. 600 p.

LIMA B. P. *et al.* O uso de materiais tridimensionais como recurso didático no ensino da Ascarídiase e Giardíase. **Revista Práxis**, v. 15, n. 29, 2023.

LIMA, Cláudia Ferreira. **Proposta de método de avaliação de governança de recursos hídricos transfronteiriços** - estudo de caso da Bacia do Prata. 2023. 153 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

LINS, G. L. *et al.* **Desempenho de cisternas do PIMC no atendimento à demanda hídrica familiar: o caso do semiárido da Paraíba**. 2024. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Campina Grande, PB. Disponível em: <http://repositorio.ufcg.edu.br/jspui/handle/riufcg/2865>. Acesso em: 24 out. 2024.

LOCATELLI, A. P. K. **Arquitetura e Engenharia Civil Contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade**, v. 5. AYA Editora, 2024.

MAGALHÃES, P. S. *et al.* Manejo da água de consumo humano em assentamento rural no município de Jequié-Bahia: um processo educativo-participativo. **Sertanias: Revista de Ciências Humanas e Sociais**, v. 4, n. 2, p. 1-24, 2023.

MARRA, G. C. F. **Acesso à água em áreas rurais brasileiras: contribuições para a Política Federal de Saneamento Básico a partir da análise do cenário e de metodologias participativas**. 2025. Tese (Doutorado em Saneamento Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2025.

MARTINHO, L. V. **Caracterização do risco potencial de ocorrência de doenças de transmissão hídrica em instituições de educação infantil e ensino fundamental em um município de Minas Gerais**. 2023. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2023.

MARTINS, A. M.; FERREIRA, J. G. **Água, saneamento e território: estudo de caso da Comunidade Quilombola de Buraquinhos, noroeste de Minas Gerais**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

MARTINS, L. M. M. **Saneamento rural: estudo de caso na comunidade Forte Velho no Município de Santa Rita – PB**. 2022. 124 fl. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2022.

MEDEIROS, B. S. *et al.* **Saneamento básico em comunidades rurais no município de São José do Sabugi-PB: uma avaliação de impacto ambiental**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, 2023. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/31609>. Acesso em: 05 set. 2024.

MEDEIROS, I. J. N. **Análise da eficiência de sistemas de acumulação de água de chuva considerando a variabilidade dos regimes pluviais no Rio Grande do Norte e cenários de aporte hídrico externo.** 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MÉLO, A. B. **Práticas tradicionais de adaptação às secas no semiárido brasileiro: o caso do município de triunfo, pernambuco.** 2022. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável, Especialidade Geografia e Planeamento Territorial., Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2022.

MONTEIRO, T. T.; POLLI, H. Q. Cisternas—uma alternativa ao desenvolvimento econômico e ambiental nos meios rural e urbano. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 256-264, 2021.

MOREIRA, A. F. **Avaliação da segurança hídrica no Vale do Forquilha, semiárido cearense.** 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/501/browse?etal=10&null=&offset=76&order=ASC&rp=65&sort_by=1&type=title. Acesso em: 4 jun. 2025.

NADAI, R. **Estudo de cenário como ferramenta de avaliação do potencial de sustentabilidade para piscicultura periurbana em região metropolitana.** 2024. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/a7f63a33-7839-4a3f-80dd-26b1a2661965>. Acesso em: 5 jun. 2025.

NAKAMURA, A. C.; RANIERI, G. R. **Agricultura urbana: agroecologia, alimentação, saúde e bem-estar.** SciELO-Editora FIOCRUZ, 2021.

NASCIMENTO, J. A. **A água da chuva é segura para beber? Uma revisão sobre a segurança sanitária das águas de cisternas rurais.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Pernambuco, 2020.

OGATA, I. S. *et al.* **Modelo conceitual para vigilância da qualidade da água para consumo humano em sistemas de pequeno porte.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Paulo, 2023.

OLIVEIRA, B. B. *et al.* **Ensaio sobre a avaliação de impacto do Programa Cisternas em indicadores de saúde e em indicadores educacionais.** 2024. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/ispui/handle/tede/3484>. Acesso em: 22 ago. 2024.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2024.

PEREIRA, B. F. R. *et al.* Esquistossomose: desafios no diagnóstico, tratamento e estratégias de controle. **Journal of Social Issues and Health Sciences (JSIHS)**, v. 1, n. 5, 2024.

PINHO, M. J. A.; ZANON, R. S.; AVIGNON, A. Desafios para a expansão do acesso ao esgotamento sanitário em áreas rurais isoladas: o uso de tecnologias sociais e a experiência do Programa Cisternas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 55, p. 113-160, jun. 2021.

PRANKE, L. V. **Políticas públicas destinadas à inclusão social e produtiva da agricultura familiar: uma análise do Programa Cisternas (Segunda Água)**. 2022.

RIBEIRO, E. M. *et al.* Agricultura familiar e programas de abastecimento de água no Gerais do Alto-Médio rio São Francisco, Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, p. e274867, 2024.

RIBEIRO, E. M. *et al.* Agricultura familiar e programas de abastecimento de água nos Gerais do Alto-Médio rio São Francisco, Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, p. e274867, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.274867>.

ROCHA, J. M. *et al.* First report of contamination of public water system by *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in Bahia, northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 45, n. 1, p. 111-130, 2024.

ROSSI, M. F.; MIRANDA, L. M. Aspectos gerais e epidemiológicos da criptosporidiose: uma revisão narrativa da literatura. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 1, p. 1034-1054, 2024.

ROSSI, R. V. **Tecnologias sociais na área de abastecimento de água e esgotamento sanitário: uma revisão sistemática da literatura**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/179653>. Acesso em: 5 jun. 2025.

SALIMO, Zeca Manuel *et al.* ATUALIZAÇÃO SOBRE A FEBRE TIFÓIDE: UMA AMEAÇA CONTÍNUA À SAÚDE PÚBLICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 6, p. 1-18, 2024.

SANTANA, V. L.; RAHAL, L. S. **Tecnologias sociais como impulso para o acesso à água e o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro: a experiência do Programa Cisternas**. 2020. Relatório técnico — Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL). Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/612ce9b0-c3e5-4980-8f79-5aec6a99da03>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SANTOS, Andreza Carla dos. **O papel das cisternas de placa na promoção do acesso à água em Jardim de Piranhas-RN**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SANTOS, R. S. *et al.* Taxa de letalidade da esquistossomose nos estados do Nordeste brasileiro entre os anos de 2019 a 2022. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 27, p. 103577, 2023.

SÃO PAULO. Wilson A. Holler. Embrapa. **Webmapping desenvolvido em tecnologia Flex para análises e monitoramento de obras de infraestrutura**. Campinas: Embrapa, 2010. 6 p.

SILVA, Ana Karolina Peres de Melo. **Sistemas de dessalinização como medida de adaptação às mudanças climáticas no semiárido pernambucano**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/774>. Acesso em: 4 jun. 2025.

SILVA, A. Q.; MENDES, P. B. A importância do saneamento básico e a qualidade da água na prevenção de enteroparasitoses protozoárias: revisão literária. **Revista Saúde**, Ung-Ser, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 41, maio 2024.

SILVA, A. Q.; MENDES, P. B. A importância do saneamento básico e a qualidade da água na prevenção de enteroparasitoses protozoárias: revisão literária.. **Revista Saúde**, Ung-Ser, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 41, maio 2024.

SILVA, L. M. **Qualidade da água de poços profundos e de cisternas utilizadas no abastecimento de comunidades rurais situadas nas proximidades de Mossoró/RN**. 2023. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Centro de Engenharias - Ce, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Ufersa, Mossoró/Rn, 2023.

SILVA, L. G.; SOARES, U. G.; MELO, S. G. F. Evolução da mecanização agrícola: a trajetória da mecanização das colheitadeiras e tratores um estudo com o olhar sobre as máquinas da CASE IH®. **Scientia Generalis**, v. 4, n. 2, p. 419-428, 2023.

SILVA, Marcelo Carlos de Oliveira. **Abordagem multicritério para análise de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário com auxílio de dados espaciais de alta resolução**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SINGREL. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Relatório de gestão de resíduos sólidos 2024**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2024.

SOUSA, Ayrton Flavio Nascimento de. **Modelo de análise de risco aplicado a planos de segurança da água para consumo humano em comunidades rurais**. 2024. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2024.

SOUZA, C. H. **Monitoramento da presença de Escherichia coli e adequação do processo de obtenção de couve minimamente processada em empresa da região de Caratinga-MG**. 2021. 64 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil, 2021.

SOUZA, D. D. **Cogovernança e segurança hídrica: em busca de um modelo para o Baixo São Francisco**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Alagoas, 2023.

SOUZA, Viviane Thomé de. **Água e saneamento básico como direitos fundamentais: a universalização do direito à água e o esgotamento sanitário na cidade de Manaus.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Estado do Amazonas, 2024.

SOUZA, Vons de Fátima Carvalho *et al.* **Avaliação da potabilidade das águas de poços artesanais de residências adjacentes aos cemitérios na cidade de Bragança-Pará.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pará, 2022.

TEIXEIRA, Diego Figueiredo et al. A influência da bacia hidrográfica do Tucunduba no contexto ambiental e sanitário: um estudo acerca das doenças parasitárias em alunos da Escola de Ensino Fundamental Fonte Viva no bairro da Terra Firme em Belém do Pará. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1141–e1141, 2024.

TEIXEIRA, Suelen Cavalheiro. **Perfil epidemiológico dos surtos de Doenças de Transmissão Hídricas e Alimentares (DTHA) no município de Gravataí/RS entre 2008 e 2018.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

VALDIVINO, Mariana; RODRIGUES, Francisco; COELHO, Patrícia. Alterações climáticas e zoonoses: influência das alterações climáticas na propagação de doenças infecciosas. **Higiene:** Revista Científica da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, 2021.

ANEXO

ANEXO I

CENTRO UNIVERSITÁRIO VALE DO SALGADO
BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

QUESTIONÁRIO

1. GERAL

1. Nome: _____

2. Gênero: Masculino Feminino Outro

3. Idade: _____

4. Quantidade de pessoas que residem na casa: _____

5. Localização: _____

6. Formação:

Ensino fundamental: incompleto Ensino fundamental Ensino médio
incompleto Ensino médio Graduação

7. Faz uso de algum benefício do Governo?

 Sim Não Outro. Se sim, informe

qual: _____

8. Quanto tempo tem a
cisterna? _____

9. Qual tipo de cisterna tem na sua propriedade?

 Cisterna de placas de cimento Cisterna de tela-cimento Cisterna de tijolos Cisterna de ferro-cimento Cisterna de cal Cisterna de polietileno Cisterna de fibra de vidro

10. Qual a capacidade da cisterna (em litros): _____

11. Você utiliza a água das cisternas para quais fins?

- Consumo próprio Dessedentação animal Cultivo e produção
 Outro. Se sim, informe qual:

12. Quais animais têm na propriedade?

- Cachorro Gato Bode/Cabra Boi/Vaca Carneiro/Ovelha
 Outro, Se sim, informe qual:

13. Quantos animais tem na propriedade?

14. Qual é a alimentação desses animais?

15. A água desses animais é disponibilizada em cocho?

- Sim Não Outro. Se sim, informe qual:

2. LIMPEZA

16. Com que frequência você realiza a limpeza da cisterna?

- Mensal Trimestral Semestral Anual Nunca

17. Quais métodos você utiliza para a limpeza? (marque todos que se aplicam)

- Água e sabão Produtos químicos Equipamentos de pressão
 Outro. Se sim, informe qual:

18. Você realiza a limpeza sozinho ou contrata um profissional?

- Sozinho Profissional Ambos

3. DESINFECÇÃO

19. Você realiza a higienização da água da cisterna?

- Sim Não

20. Se sim, com que frequência?

Mensal Trimestral Semestral Anual

21. Que produtos você utiliza para a desinfecção? (marque todos que se aplicam)

Cloro Produtos químicos

Outro. Se sim, informe qual:

4. MANUTENÇÃO

22. Você realiza manutenção preventiva na cisterna?

Sim Não

23. Quais aspectos você verifica durante a manutenção? (marque todos que se aplicam)

Estrutura da cisterna Vazamentos Qualidade da água

Outros:

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

24. Você já enfrentou problemas relacionados à qualidade da água da cisterna?

Sim Não

25. Se sim, quais foram os problemas?
