

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

JÔNATHAS QUEIROGA LIRA

CISTERNAS DE PLACAS:

qualidade e uso das águas armazenadas, um estudo de caso

SOUSA

2023

JÔNATHAS QUEIROGA LIRA

CISTERNAS DE PLACAS:

qualidade e uso das águas armazenadas, um estudo de caso

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como parte dos requisitos para conclusão do curso de Tecnologia em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Eliezer da Cunha Siqueira

SOUSA

2023

JÔNATHAS QUEIROGA LIRA

CISTERNAS DE PLACAS:

qualidade e uso das águas armazenadas, um estudo de caso

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como parte dos requisitos para conclusão do curso de Tecnologia em Agroecologia.

Aprovada em: 13/12/2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eliezer da Cunha Siqueira

IFPB Campus Sousa

Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Selma dos Santos Feitosa

IFPB Campus Sousa

Examinador 1

Prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Junior

IFPB Campus Sousa

Examinador 2

Documento assinado eletronicamente por:

- Eliezer da Cunha Siqueira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/01/2024 10:46:47.
- Césalme Barbosa Pereira Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/01/2024 14:19:33.
- Selma dos Santos Feitosa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/02/2024 13:28:54.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/01/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código: 519963
Verificação: 5696b24fe7
Código de Autenticação:



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L768c Lira, Jonathas Queiroga.
Cisternas de placas: avaliação da qualidade e uso das águas armazenadas. / Jonathas Queiroga Lira, 2024.

87 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Eliezer da Cunha Siqueira.
TCC (Tecnologia em Agroecologia) - IFPB, 2024.

1. Cisterna de placas. 2. Água. 3. Semiárido. 4. Qualidade da água. I. Título. II. Siqueira, Eliezer da Cunha.

IFPB Sousa / BC

CDU 631.95

À minha querida mãe,
Mesmo que você não esteja mais fisicamente presente para compartilhar este momento comigo, seu amor, apoio e sabedoria continuam a me guiar a cada passo do caminho. Seu sacrifício e dedicação à minha educação são a base sobre a qual construí minha jornada acadêmica.

Cada página deste trabalho é um tributo ao seu amor incondicional e à força que você me proporcionou. Você sempre acreditou em mim, mesmo quando eu duvidava de mim mesmo, e é com profundo respeito e gratidão que dedico este trabalho a você. Sei que, onde quer que você esteja, está olhando com orgulho e alegria. Espero que esta conquista possa ser uma homenagem adequada ao seu legado, à sua memória e ao amor eterno que sempre terei por você. Com amor eterno.

Jônathas Lira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por iluminar meu caminho ao longo desta jornada acadêmica. Minha família, pela constante inspiração e apoio. Ao meu orientador, o Professor Mestre e Doutor Eliezer da Cunha Siqueira, pela orientação dedicada e sabedoria compartilhada. Aos moradores da Comunidade Belo Horizonte, que generosamente abriram suas portas para tornar esta pesquisa possível. E aos amigos, cujo apoio e encorajamento foram inestimáveis. Este trabalho não teria sido possível sem todos vocês.

*“Na escassez, a cisterna se torna o cálice da sustentabilidade,
onde a esperança é armazenada para dias melhores”.*

Jônathas Lira

RESUMO

Cisterna de placas: qualidade e uso das águas armazenadas, um estudo de caso

O estudo analisou a qualidade e o uso das águas armazenadas em cisternas de placa no semiárido da Paraíba, com foco na comunidade Belo Horizonte, em Marizópolis-PB, destinadas ao abastecimento da comunidade. O objetivo foi avaliar se as águas fornecidas por meio de carro-pipa atendiam aos padrões de qualidade conforme a Portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde. A metodologia envolveu a coleta de amostras de água na comunidade, seguida de análises laboratoriais para avaliar parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os resultados foram submetidos a testes estatísticos para comparar as médias dos parâmetros, procurando verificar se as amostras estavam em conformidade com a norma e se havia diferenças significativas entre elas. Os resultados indicaram que, de acordo com os parâmetros físico-químicos avaliados, todas as amostras estavam em conformidade com a norma estabelecida. No entanto, na análise microbiológica, os coliformes a 35 e 45 graus foram identificados em todas as amostras, indicando que não atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos pela normativa. Em relação ao uso das águas armazenadas, observou-se que a maioria dos usuários utiliza essa água para cozinhar, beber e diversos outros fins. A análise apontou que a maioria dos usuários realiza algum tipo de tratamento simples antes do consumo humano, mitigando o risco microbiológico encontrado nas amostras. Portanto, concluiu-se que as águas armazenadas não atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos, mas em termos de usos, a população adota medidas simples para reduzir riscos à saúde ao consumi-la. Esses resultados destacam a importância de medidas adicionais para garantir a segurança da água armazenada, especialmente em termos microbiológicos, para proteger a saúde das comunidades em áreas de escassez hídrica.

Palavras-chave: água; semiárido; qualidade, microbiológica, coliformes.

ABSTRACT

Plate cistern: quality and use of stored water, a case study

The study analyzed the quality and use of water stored in plate cisterns in the semi-arid region of Paraíba, focusing on the Belo Horizonte community, in Marizópolis-PB, intended to supply the community. The objective was to evaluate whether the water supplied by water tanker met the quality standards in accordance with Ordinance nº 05/2017 of the Ministry of Health. The methodology involved the collection of water samples in the community, followed by laboratory analyzes to evaluate parameters physicochemical and microbiological. The results were subjected to statistical tests to compare the means of the parameters, seeking to verify whether the samples complied with the standard and whether there were significant differences between them. The results indicated that, according to the physical-chemical parameters evaluated, all samples were in compliance with the established standard. However, in the microbiological analysis, coliforms at 35 and 45 degrees were identified in all samples, indicating that they did not meet the microbiological standards established by the regulations. Regarding the use of stored water, it was observed that the majority of users use this water for cooking, drinking and various other purposes. The analysis showed that the majority of users carry out some type of simple treatment before human consumption, mitigating the microbiological risk found in the samples. Therefore, it was concluded that the stored water did not meet the established microbiological standards, but in terms of uses, the population adopts simple measures to reduce health risks when consuming it. These results highlight the importance of additional measures to ensure the safety of stored water, especially in microbiological terms, to protect the health of communities in areas of water scarcity.

Keywords: water; semiarid; quality, microbiological, coliforms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação da região semiárida brasileira.....	19
Figura 2 – Cisterna de placa	22
Figura 3 – Abastecimento através de carro-pipa.....	24
Figura 4 – Indicação de acesso para a comunidade Belo Horizonte.....	30
Figura 5 – Habitação de alvenaria na comunidade Belo Horizonte	30
Figura 6 – Criação de animais para subsistência.....	31
Figura 7 – Visita à propriedade em plena atividade produtiva	32
Figura 8 – Cisterna de placas na comunidade Belo Horizonte	33
Figura 9 – Utensílios para retirada da água das cisternas, (a) Jarra e (b) balde plástico	33
Figura 10 – Coleta de amostra com o auxílio de morador e sob supervisão do orientador	33
Figura 11 – Preparação e esterilização dos frascos para coleta das amostras.....	34
Figura 12 – Coleta de amostra de água diretamente nas cisternas de placas	35
Figura 13 – Coleta de amostra de água diretamente nas cisternas de placas	35
Figura 14 – Caixa de isopor com amostras acondicionadas em gelo.....	35
Figura 15 – Entrevista para obtenção de dados.....	36
Figura 16 – Fotômetro.....	39
Figura 17 – Condutivímetro.....	39
Figura 18 – Amostras com adição de reagente.....	39
Figura 19 – Pesagem de 13 gramas de lactose broth.....	41
Figura 20 – Diluição de lactose broth em 1 litro de água.....	41
Figura 21 – Preparação e esterilização dos tubos múltiplos	42
Figura 22 – Tubos colocados em incubadora.....	42

LISTA DE MAPA

Mapa 1 – Localização de Marizópolis – PB.....	29
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ensaio e técnicas empregadas na obtenção dos parâmetros sujeitos à análise físico-químico	37
Quadro 2 – Ensaio e técnicas empregadas na obtenção dos parâmetros sujeitos à análise microbiológica	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Box plot - Coliformes fecais	46
Gráfico 2 – Composição populacional	48
Gráfico 3 – Ocupação	48
Gráfico 4 – Grau de escolaridade.....	48
Gráfico 5 – Renda Mensal.....	48
Gráfico 6 – Possui deficiência	48
Gráfico 7 – Programas de distribuição de renda	49
Gráfico 8 – Programa de assistência técnica	49
Gráfico 9 – Conservação do sistema	49
Gráfico 10 – Funcionamento das peças do sistema.....	49
Gráfico 11 – Instalação do sistema	49
Gráfico 12 – Funcionamento das peças do sistema.....	49
Gráfico 13 – Dificuldade e impedimento para realizar a conservação das peças do sistema.....	50
Gráfico 14 – Origem da água	50
Gráfico 15 – Principais usos da água.....	50
Gráfico 16 – Tratamentos combinados aplicados na água.....	50
Gráfico 17 – Frequência de atendimento Carro-pipa.....	51
Gráfico 18 – Problemas de saúde relacionados a água.....	51
Gráfico 19 – Preocupação com a qualidade da água.....	51
Gráfico 20 – Capacitação para operar o sistema	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químico.....	45
Tabela 2 – Verificação de parâmetros para conformidade em análises físico-químicas	45
Tabela 3 – Resultados das análises microbiológicas	46
Tabela 4 – Verificação de parâmetros para conformidade em análises microbiológicas	46

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

SAB	Semiárido Brasileiro
CPLA	Cisternas de Placas de Concreto
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
P1MC	O Programa um Milhão de Cisternas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Escassez hídrica especialmente no contexto das regiões semiáridas....	17
2.2	Portaria 05/17 – potabilidade de água para consumo humano.....	19
2.3	Armazenamento de águas por meio de cisternas de placas	21
2.4	Programa um milhão de cisternas P1MC.....	22
2.5	Programa emergencial de distribuição de água potável no semiárido brasileiro – Operação Carro-Pipa	23
2.6	Práticas agroecológicas diante da escassez hídrica.....	25
3	MÉTODOS E MATERIAIS.....	27
3.1	Pesquisa de campo	27
3.2	Descrição da comunidade	28
3.3	Visita de ambientação e estabelecimento de comunicação como os líderes locais	31
3.4	Coleta de amostras de água para análise físico-químico	32
3.5	Coleta de amostras de água para análise microbiológica	34
3.6	Entrevista semiestruturada.....	35
3.6.1	Elaboração do questionário.....	36
3.7	Análises laboratoriais.....	36
3.7.1	Análises físico-químico.....	37
3.7.2	Demonstração das etapas de análise laboratorial físico-químico.....	37
3.7.3	Análises microbiológicas.....	40
3.7.4	Demonstração das etapas de análise laboratorial microbiológicas	40
3.8	Análise dos dados	42
3.8.1	Análise dos resultados laboratoriais	42
3.8.2	Análise dos resultados das entrevistas.....	43
4	RESULTADOS	44
4.1	Resultados das análises laboratoriais.....	44
4.1.1	Resultados obtidos por meio de questionário aos responsáveis de cada residência	47
5	DISCUSSÃO	52
6	CONCLUSÕES	55

SUMÁRIO

ANEXO 1 – MODELO QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO	60
ANEXO 2 – RESULTADO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS FÍSICO-QUÍMICO	61
ANEXO 3 – RESULTADO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS MICROBIOLÓGICA	66

1 INTRODUÇÃO

A água constitui-se um recurso natural essencial aos seres vivos presentes em todos os processos bioquímicos e fisiológicos, o que torna seu acesso indispensável às comunidades em geral. A escassez de água é um desafio crescente em muitas regiões do mundo, especialmente em áreas afetadas pela seca e com acesso limitado a fontes de água potável, refletindo diretamente na qualidade de vida e desenvolvimento econômico dessas regiões (FERREIRA et al., 2015).

O semiárido brasileiro (SAB) caracteriza-se por um clima marcado pela irregularidade das chuvas, com longos períodos de estiagem e escassez de água, sendo um problema crônico que afeta a vida de milhões de pessoas que dependem dos recursos hídricos disponíveis para suas atividades cotidianas, como a agricultura, pecuária, abastecimento doméstico e industrial (LIMA, 2021).

De acordo com o Censo Agro (2017), o SAB passou a ser composto por 1427 municípios, estando presente no Brasil, nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo. Deste total, 1212 municípios já integravam a delimitação anterior e foram confirmados.

De acordo com as reflexões de Lima, Cavalcante, Perez e Marin (2008, p. 58), a falta de água faz com que a população rural e das pequenas cidades fique submetida a condições de extrema dificuldade. Esses autores ressaltam que a história da região se caracteriza por ciclos de êxodos quando as secas são mais prolongadas. Ainda segundo os autores, o Nordeste é considerado a região do Brasil que mais sofre com a escassez de recursos hídricos, caracterizado pela presença de regimes pluviométricos e de temperaturas bastante irregulares na maior parte do ano, implicando diretamente a hidrografia da região, em que os rios são predominantemente temporários.

A água potável é essencial para a saúde humana e deve atender a padrões rigorosos de qualidade para evitar a contaminação por substâncias que possam representar risco a saúde, a análise regular da água potável envolve a avaliação de diversos parâmetros para assegurar sua qualidade e segurança (CYBIS et al., 2013).

Os resultados das análises ajudam as autoridades de saúde pública e os fornecedores de água a tomar medidas preventivas ou corretivas, caso sejam detectados problemas de qualidade, sendo a análise da água potável um pilar

fundamental para garantir a saúde e a segurança da comunidade, prevenindo potenciais riscos à saúde associados a ingestão de água contaminada (CYBIS et al., 2013).

Este estudo destaca os diversos aspectos da qualidade da água e seus usos em área rural e remota, onde o sistema de abastecimento público de água não está disponível.

Nessas circunstâncias, foram levantadas 2 hipóteses ligadas ao tema principal do trabalho, avaliação da qualidade e uso das águas armazenadas em cisternas.

Hipótese 1: A qualidade das águas armazenadas nas cisternas de placas está em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria Nº 05/2017 do Ministério da Saúde para consumo humano. Essa hipótese sugere que as águas armazenadas nas cisternas de placas atendam aos requisitos de qualidade estabelecidos pela legislação de saúde.

Hipótese 2: Existem diferenças na qualidade das águas armazenadas quando comparadas em residências diferentes. Essa hipótese implica que fatores, como condições de armazenamento, origem e uso da água podem levar a variações na qualidade da água entre diferentes cisternas.

Como objetivos específicos, listam-se:

- a) análise de amostras para avaliar a qualidade das águas armazenadas;
- b) coleta de dados realizada através de questionário aplicado aos usuários;
- c) identificação e descrição dos diversos usos das águas;
- d) correlação da coleta de dados obtidos através de questionário com os resultados obtidos através das análises laboratoriais.

A estrutura deste trabalho é organizada em seis capítulos, onde o primeiro aborda a introdução, trazendo a escassez de água, características do semiárido e a importância dos recursos hídricos enfocando a comunidade Belo Horizonte localizada no semiárido brasileiro no alto sertão da Paraíba.

O segundo capítulo oferece a base conceitual necessária para compreender a problemática da escassez hídrica, especialmente no contexto das regiões semiáridas, potabilidade da água, armazenamento de água por meio de cisternas, os programas sociais um milhão de cisternas e operação carro-pipa, a relevância deles para suprir a demanda de águas nessas áreas e as práticas agroecológicas diante da escassez hídrica.

O capítulo três delineou o desenvolvimento das ações adotada para este

estudo, fornecendo uma visão das estratégias empregadas para a obtenção de informações sobre a comunidade, coleta das amostras das águas armazenadas nas cisternas e o detalhamento das análises laboratoriais a serem realizadas, estabelecendo a base para a análise e interpretação dos resultados, conforme os objetivos definidos.

O capítulo quatro é dedicado à apresentação detalhada dos resultados obtidos através da pesquisa, em relação aos objetivos estabelecidos no trabalho, oferecendo uma análise aprofundada dos dados coletados, considerando as características físico-químicas e microbiológicas das águas armazenadas nas cisternas, bem como os usos a que essas águas são destinadas.

O capítulo cinco traz considerações importantes e reflexões sobre o tema abordado.

O capítulo seis encerra o trabalho, apresentando as considerações finais e recomendações decorrentes da análise da qualidade da água fornecida por carros-pipas e armazenadas em cisternas na comunidade escolhida para o estudo.

Por fim, são apresentados as referências e anexos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No contexto da escassez hídrica, particularmente nas regiões semiáridas, este capítulo se propõe a fornecer informações cruciais que abrangem diversas dimensões desse desafio. Serão explorados temas que vão desde a escassez hídrica no SAB, potabilidade das águas, armazenamento em cisternas, análise da relevância dos programas governamentais que empregam a instalação de cisternas e o uso de carros-pipa como uma solução temporária para suprir a demanda de água nessas áreas, além das práticas agroecológicas para lidar com a escassez hídrica.

2.1 Escassez hídrica especialmente no contexto das regiões semiáridas

A escassez hídrica é uma problemática séria e complexa, especialmente em regiões semiáridas, onde as condições naturais já tornam o acesso a água mais difícil. Nesse contexto, a escassez hídrica é agravada por diversos fatores, que podem incluir:

Baixa precipitação pluviométrica: Regiões semiáridas geralmente recebem menos chuva do que áreas mais úmidas, o que resulta em menor disponibilidade de água. Pesquisas indicam que fatores geográficos desempenham um papel fundamental na criação de relevos interplanálticos distintos, como a Borborema e o Araripe, esses fatores geográficos exercem uma influência direta sobre a configuração do clima e a formação do relevo nessas áreas, contribuindo para as características únicas encontradas nas regiões semiáridas.

Variação climática e irregularidade das chuvas: A irregularidade das chuvas nessas áreas pode causar secas prolongadas, levando a ciclos de escassez hídrica recorrentes.

Altas taxas de evaporação: Devido às altas temperaturas e baixa umidade, a evaporação da água é intensa nas regiões semiáridas, diminuindo a disponibilidade de água nos corpos d'água e no solo.

Uso inadequado dos recursos hídricos: A má gestão dos recursos hídricos, incluindo a exploração excessiva de aquíferos e a falta de investimento em infraestrutura hídrica, pode agravar a escassez.

Desmatamento e degradação do solo: A remoção da vegetação nativa e a degradação do solo podem reduzir a capacidade de absorção e infiltração da água,

levando a maior escoamento superficial e menos recarga de aquíferos.

Crescimento populacional e urbanização: O aumento da população e o crescimento urbano aumentam a demanda por água para consumo doméstico, agrícola e industrial, sobrecarregando ainda mais os recursos hídricos disponíveis.

Agricultura de sequeiro: A prática de agricultura de sequeiro (sem irrigação) em áreas semiáridas pode ser ineficiente em termos de uso de água, contribuindo para a degradação do solo e da água.

Mudanças climáticas: As mudanças climáticas podem intensificar a irregularidade das chuvas e aumentar a frequência e intensidade de eventos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas, impactando ainda mais a disponibilidade de água.

Falta de infraestrutura hídrica: A ausência de sistemas de captação, armazenamento e distribuição de água eficientes dificulta a conservação e o acesso a água, principalmente durante períodos de escassez.

Conflitos pelo uso da água: A competição entre diferentes setores, como agricultura, indústria e abastecimento urbano, pode levar a conflitos pelo uso limitado da água disponível.

Segundo Testezlaf et al. (2002), a agropecuária é responsável pela utilização de 61% da água doce do mundo, porcentual muito superior aos 18% da indústria e aos 21% do consumo humano.

Para enfrentar a problemática da escassez hídrica em regiões semiáridas, é necessário adotar abordagens integradas que incluam a gestão sustentável dos recursos hídricos, a conservação do solo e das vegetações, a promoção da eficiência hídrica na agricultura e em outros setores, o investimento em infraestrutura de captação e armazenamento de água, além de estratégias de adaptação às mudanças climáticas, políticas públicas, conscientização da população entre diferentes setores são fundamentais para garantir um uso responsável e equitativo da água nessas áreas.

Figura 1 – Delimitação da região semiárida brasileira



Fonte: Sudene/IBGE (2021).

2.2 Portaria 05/17 – potabilidade de água para consumo humano

A Portaria nº 05/2017, também conhecida como Portaria de Consolidação nº 05, é uma norma brasileira emitida pelo Ministério da Saúde que estabelece os padrões de qualidade da água para consumo humano. Ela consolidou as diretrizes e normas anteriores relacionadas à qualidade da água para tornar mais clara a regulamentação e a fiscalização desse recurso vital. Aqui estão algumas das principais considerações e aspectos abordados na Portaria nº 05/2017:

Físico-Químicas: para fins de análises físicas das águas de solução alternativa coletiva a portaria estabelece (cor, turbidez, pH e cloro residual), como parâmetros que devem ser analisados mensalmente.

Microbiológicos e Químicos: A Portaria estabelece limites para diversos parâmetros microbiológicos (como coliformes totais e *Escherichia coli*) e químicos (como arsênio, chumbo, cianeto, mercúrio e nitrato) na água potável. Esses limites visam garantir que a água seja segura para consumo humano, prevenindo riscos à saúde.

Padrões de Potabilidade: São estabelecidos padrões de potabilidade que devem ser atendidos para garantir a adequação da água ao consumo humano. Isso inclui a ausência de substâncias tóxicas em concentrações prejudiciais à saúde.

Métodos de Análise: A Portaria determina os métodos oficiais de análise que devem ser utilizados para medir os diferentes parâmetros de qualidade da água. Esses métodos garantem a precisão e a consistência dos resultados.

Responsabilidades dos Gestores: Estabelece as responsabilidades dos

gestores dos sistemas de abastecimento de água, como a realização de monitoramentos regulares, ações de controle da qualidade e comunicação com a população.

Monitoramento e Vigilância: Define os critérios e a frequência do monitoramento da qualidade da água, garantindo que a água fornecida para consumo esteja dentro dos padrões de qualidade estabelecidos.

Comunicação à População: Determina a obrigatoriedade de informar à população sobre os resultados das análises da água, garantindo a transparência e o direito à informação.

Planos de Segurança da Água: Introduce a exigência de elaboração e implementação de Planos de Segurança da Água nos sistemas de abastecimento, visando prevenir riscos e garantir a qualidade da água.

Proteção dos Mananciais: Estabelece critérios para a proteção das fontes de água, visando prevenir a contaminação e assegurar a qualidade da água captada.

Monitoramento em Águas Subterrâneas: Considera também a qualidade da água subterrânea, estabelecendo limites específicos para substâncias presentes nesse tipo de recurso.

Emergências: Define procedimentos a serem seguidos em casos de emergência ou variações na qualidade da água que possam representar riscos à saúde.

Esses são alguns dos principais pontos contemplados na Portaria nº 05/2017. Ela é essencial para assegurar a qualidade da água consumida pela população brasileira, promovendo a saúde pública e a segurança hídrica.

Já os Arts. 3º e 4º destacam a importância do controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano.

Art. 3º: Afirma que toda água destinada ao consumo humano, que é distribuída coletivamente por meio de sistemas de abastecimento de água ou soluções alternativas coletivas, deve ser submetida a um controle rigoroso e constante da qualidade da água. Isso significa que a água fornecida para consumo público deve ser monitorada para garantir que atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pelas autoridades reguladoras. Esse controle e vigilância têm o objetivo de assegurar que a água seja segura para consumo humano e não represente riscos à saúde.

Art. 4º: Este artigo estabelece que toda água destinada ao consumo humano proveniente de soluções alternativas individuais de abastecimento de água,

independentemente da maneira como a população tem acesso a ela, também está sujeita a um processo de vigilância da qualidade. Isso significa que mesmo quando a água é obtida de fontes individuais, como poços ou cisternas domésticas, ela deve ser monitorada para garantir que atenda aos padrões de potabilidade. Isso é importante para garantir que as pessoas tenham acesso a água segura e saudável, independentemente da origem da água que estão consumindo.

Logo, a Portaria nº 05/2017 reforça o compromisso das autoridades reguladoras em garantir que a água consumida pela população atenda aos padrões de qualidade necessários para proteger a saúde pública. A vigilância da qualidade da água é fundamental para prevenir doenças relacionadas à água e para garantir que a população tenha acesso a um recurso essencial de forma segura e confiável.

2.3 Armazenamento de águas por meio de cisternas de placas

As cisternas de placas são uma tecnologia de captação de água que visa coletar e armazenar água para uso posterior, especialmente durante períodos de seca prolongada. Essa prática é altamente relevante nas áreas onde a disponibilidade de água é limitada e sujeita a variações climáticas, sendo uma abordagem prática e sustentável para enfrentar a escassez hídrica em regiões semiáridas.

Os benefícios das cisternas de placas são diversos:

Armazenamento Adequado: A água coletada é armazenada na cisterna, que é construída para ser impermeável e resistente à evaporação. Isso ajuda a preservar a qualidade da água capturada.

Tratamento da Água: Em muitos casos, a água captada pode passar por um processo de filtragem para remover impurezas antes de ser utilizada. Isso garante que a água armazenada seja segura para consumo humano e outras finalidades.

Uso Diversificado: A água armazenada nas cisternas de placas pode ser utilizada para diversas finalidades, como consumo doméstico, irrigação de cultivos, higiene pessoal e para animais. Isso reduz a pressão sobre outras fontes de água, como poços e rios.

Adaptação à Realidade Local: As cisternas de placas podem ser adaptadas às condições climáticas e de infraestrutura locais. Seu tamanho e design podem variar de acordo com as necessidades da comunidade e o espaço disponível.

Em resumo, o armazenamento de águas por meio de cisternas de placas é uma

solução eficaz e sustentável para enfrentar a escassez hídrica em áreas áridas e semiáridas. Essa abordagem não apenas proporciona acesso à água potável, mas também promove a resiliência e a autonomia das comunidades, contribuindo para a melhoria das condições de vida nessas regiões vulneráveis.

A escassez de água para o consumo humano continua sendo um drama social para as populações que habitam principalmente o semiárido brasileiro. Apesar do reconhecimento da importância do fornecimento de água em quantidade e qualidade adequadas para o consumo humano, ainda persiste a discrepância no seu acesso (SILVA; HELLER; CARNEIRO, 2012, p. 393).

Figura 2 – Cisterna de placa



Fonte: Acervo do autor

2.4 Programa um milhão de cisternas P1MC

O Programa P1MC, também conhecido como "Programa Um Milhão de Cisternas", é uma iniciativa incrível que teve início em 2001 aqui no Brasil. Ele foi criado com um propósito muito nobre: levar água potável para comunidades rurais, especialmente nas regiões do nordeste, onde a falta de água é um problema constante.

A ideia principal do P1MC é construir cisternas para captar e armazenar água da chuva. Isso faz uma grande diferença na vida das famílias, porque lhes proporciona uma fonte segura de água para beber, cozinhar e cuidar de suas necessidades diárias. Imagine como isso melhora a qualidade de vida das pessoas que antes tinham que depender de fontes distantes e, muitas vezes, água contaminada.

O nome “Um Milhão de Cisternas” mostra a grande meta do programa: construir um milhão de cisternas para atender as necessidades de muitas famílias que vivem em lugares onde é difícil conseguir água potável. É uma iniciativa que realmente faz a diferença na vida das pessoas e ajuda a combater a pobreza, além de tornar a vida nas áreas rurais do Brasil muito melhor.

Este programa tem sido considerado uma importante iniciativa de combate a carência e de melhoria das condições de vida nas áreas rurais do Brasil.

2.5 Programa emergencial de distribuição de água potável no semiárido brasileiro – Operação Carro-Pipa

No enfrentamento à escassez hídrica no semiárido brasileiro, está em operação o Programa Emergencial de Distribuição de Água Potável, conhecido como “Operação Carro-Pipa”. Esse programa é fundamentado no Artigo 74, Inciso IV, da Lei nº 14.133/2021, que estabelece as diretrizes para contratação de serviços no âmbito dos Poderes da União.

A Operação Carro-Pipa tem como principal objetivo suprir as necessidades de água potável nos municípios afetados pela escassez hídrica, especialmente na região semiárida do Brasil. A coordenação e responsabilidade pela operação estão a cargo do escritório regional da 7ª Região Militar. Através desse programa, caminhões-pipa são utilizados para transportar e distribuir água potável para as comunidades que enfrentam dificuldades de acesso a recursos hídricos adequados.

O embasamento legal da operação, presente no Artigo 74 da Lei nº 14.133/2021, ressalta a importância do fornecimento de água potável como uma medida emergencial em situações de escassez, reconhecendo a gravidade do problema. A operação visa atender as demandas das populações que enfrentam sérias limitações de acesso a água, contribuindo para a mitigação dos impactos negativos da escassez hídrica na qualidade de vida e saúde dessas comunidades.

Figura 3 – Abastecimento através de carro-pipa



Fonte: Jornal farol da Bahia.

Esses programas, o P1MC e a Operação Carro-Pipa, são como um raio de esperança nas regiões semiáridas do Brasil, onde a falta de água é um desafio constante. Vamos destacar porque eles são tão importantes de uma forma mais humana:

Acesso a Água Potável: Imagine viver em um lugar onde encontrar água potável é uma luta diária. Esses programas estão aqui para garantir que as famílias tenham acesso a água limpa e segura. Isso significa que mães podem dar água para seus filhos sem se preocupar, e todos podem tomar banho e cozinhar com tranquilidade.

Melhoria na Qualidade de Vida: Ter água potável não é apenas uma comodidade, é uma questão de saúde e dignidade. Esses programas estão transformando a vida das pessoas, reduzindo doenças causadas pela água contaminada e proporcionando condições de higiene melhores.

Enfrentamento da Seca: Nas regiões semiáridas, a seca é uma dura realidade. Mas imagine se, mesmo durante os períodos mais difíceis, você tivesse uma fonte confiável de água? É isso que as cisternas e os carros-pipa fazem: garantem que a água continue fluindo, mesmo quando a chuva é escassa.

Sustentabilidade Ambiental: Esses programas não só ajudam as pessoas, mas também o meio ambiente. Captar água da chuva de forma inteligente, como fazem as cisternas, é uma maneira mais sustentável de usar os recursos naturais, preservando a natureza ao nosso redor.

Redução da Migração: A falta de água muitas vezes força as pessoas a deixarem suas comunidades em busca de uma vida melhor nas cidades. Mas com água acessível, as famílias podem permanecer em suas terras, ajudando a construir comunidades mais fortes e prósperas.

Compromisso Governamental: A existência desses programas mostra que o governo se importa com as comunidades que enfrentam desafios únicos. É um sinal de igualdade, de que todos merecem o básico para uma vida digna.

Em resumo, o P1MC e a Operação Carro-Pipa são programas que não apenas fornecem água, mas também esperança e dignidade para as pessoas nas regiões semiáridas. Eles são como um abraço caloroso em meio as adversidades, demonstrando que juntos podemos superar desafios e construir um futuro melhor.

2.6 Práticas agroecológicas diante da escassez hídrica

A utilização de práticas agroecológicas diante da escassez de água desempenha um papel primordial na gestão e promoção da sustentabilidade da agricultura em regiões afetadas pela escassez dos recursos hídricos. Tais práticas promovem a conservação dos ecossistemas, conservando os recursos hídricos e reduzindo o desperdício.

Algumas das principais práticas agroecológicas que podem ser empregadas com a finalidade de conservar dos recursos hídricos são:

Irrigação por gotejamento: A irrigação por sistema de gotejamento é uma prática eficiente para a economia de água na agricultura. Esse sistema fornece água diretamente na raiz da planta, minimizando a evaporação e o escoamento de água. Para maximizar a eficiência da irrigação por gotejamento, é interessante combinar técnicas de manejo de solo, como a cobertura morta, potencializando a retenção da umidade do solo.

Rotação de culturas: A rotação de culturas é uma tática agroecológica que ajuda a otimizar o uso da água. O plantio de culturas diferentes em épocas distintas pode reduzir a competição pelo recurso hídrico, diminuindo a pressão sobre as fontes do recurso.

Plantio direto e cobertura morta: O plantio direto envolve o cultivo de plantas sem arar o solo. Isso reduz a compactação do solo, melhora a infiltração de água e preserva a umidade do solo. A cobertura morta, como palha ou outros materiais

orgânicos, também ajuda a reter a umidade, reduzindo a necessidade de irrigação.

Agricultura de conservação: A agricultura de conservação combina várias práticas, incluindo rotação de culturas, plantio direto e cobertura morta, com o objetivo de preservar a qualidade da água e melhorar a saúde do solo. Isso contribui para a redução do uso de agroquímicos, que podem poluir as fontes de água.

Agroflorestas: As agroflorestas são sistemas agrícolas que combinam árvores, arbustos, culturas e gado. Esses sistemas imitam ecossistemas naturais e ajudam a reter a água, melhorar a qualidade do solo e proporcionar um ambiente propício para a conservação da biodiversidade.

Construção de barragens e tanques de armazenamento: A construção de barragens e tanques de armazenamento de água pode ajudar a capturar água da chuva e armazená-la para uso durante períodos de escassez. Essas estruturas também são úteis para controlar a erosão e melhorar a qualidade da água.

Sistemas agroflorestais aquáticos: Sistemas agroflorestais aquáticos incorporam espécies aquáticas, como peixes e plantas aquáticas, em sistemas agrícolas. Isso ajuda a purificar a água e melhora a produtividade agrícola, criando um ambiente equilibrado.

Recuperação de áreas degradadas: A recuperação de áreas degradadas, como margens de rios e nascentes, por meio de práticas de agroecologia, ajuda a restaurar ecossistemas aquáticos e proteger as fontes de água.

A aplicação dessas práticas agroecológicas voltadas para o uso da água não apenas ajuda a conservar recursos hídricos, mas também contribui para a sustentabilidade a longo prazo da agricultura, reduzindo os impactos negativos sobre o meio ambiente e promovendo sistemas agrícolas mais resilientes em face da escassez hídrica e das mudanças climáticas.

3 MÉTODOS E MATERIAIS

Este estudo se concentra na avaliação da qualidade da água que está armazenada nas cisternas da comunidade Belo Horizonte, bem como na compreensão de sua utilização. Para atingir esse propósito, procedemos com a seleção da comunidade, visita de reconhecimento, coleta de amostras de água diretamente das cisternas, seguindo-se pela análise laboratorial. Além disso, foi adotada uma abordagem qualitativa e quantitativa através da aplicação de questionários aos líderes de cada residência na comunidade. Essa metodologia integrada de coleta de dados nos permitirá obter uma visão abrangente da situação da comunidade, bem como da qualidade de água armazenada nas cisternas da comunidade Belo Horizonte e das práticas associadas de uso e manutenção.

3.1 Pesquisa de campo

A pesquisa de campo apresenta uma metodologia sólida e abrangente, que envolve várias etapas para coletar dados primários qualitativos e quantitativos sobre a situação e uso das águas armazenadas na comunidade.

As cinco etapas de desenvolvimento da pesquisa incluem:

Seleção da Comunidade: Esta etapa envolveu a identificação e seleção criteriosa da comunidade Belo Horizonte como local de pesquisa. Isso inclui a análise das práticas agroecológicas em vigor na comunidade, a presença de cisternas de placas, a dependência de abastecimento por caminhões-pipa e outros fatores relevantes.

Visita de Reconhecimento e Contato com Lideranças: Antes de iniciar a coleta de dados, o pesquisador realizou uma visita de reconhecimento na comunidade. Essa visita envolveu a interação com líderes comunitários e membros para explicar os objetivos da pesquisa e obter permissão para realizar o estudo. Essa etapa foi crucial para estabelecer confiança e colaboração com a comunidade.

Coleta de Amostras de Água e Concepção da Entrevista: A coleta de amostras de água das cisternas de placas é um passo técnico importante para avaliar a qualidade da água. Paralelamente, a concepção da entrevista, com base em questões relevantes, é essencial para a coleta de dados qualitativos e quantitativos.

Visita as Famílias Selecionadas/Convidadas e Realização das Entrevistas

com Registro Fotográfico: As visitas às famílias selecionadas ou convidadas para participar da pesquisa são parte essencial da coleta de dados. Durante essas visitas, o pesquisador realizou entrevistas semiestruturada para obter informações. O registro fotográfico complementa as entrevistas, permitindo uma documentação visual.

Análise Laboratorial: É uma etapa essencial da pesquisa de campo, pois desempenha um papel crucial ao fornecer dados concretos que sustentam a avaliação da qualidade da água.

Essas etapas bem definidas e organizadas ajudaram a garantir que a pesquisa seja conduzida de forma sistemática e que os dados coletados sejam relevantes para responder as questões de pesquisa. Além disso, a interação com a comunidade e a obtenção de permissão são práticas éticas importantes em pesquisa de campo, que visam o respeito pelos participantes e ao estabelecimento de relações de confiança.

3.2 Descrição da comunidade

A comunidade Belo Horizonte é uma pequena e resiliente comunidade rural localizada na área rural da cidade de Marizópolis, situada no alto sertão da Paraíba, Brasil. A distância que a separa da cidade é de aproximadamente 8,4 km e seu acesso é realizado através de estrada de terra, refletindo a sua localização remota e a dificuldade em manter infraestruturas mais robustas devido às condições geográficas.

Essa comunidade é reconhecida pela sua prática de agricultura ecológica, empregando métodos que preservam a fertilidade do solo e promovem o respeito pelo meio ambiente. Ela consiste principalmente em pequenas propriedades que cultivam uma variedade de alimentos para atender às necessidades familiares. Além das plantações, a comunidade também se dedica à criação de animais, contando com a ajuda da família para o trabalho agrícola. Os equipamentos utilizados são adaptados às condições locais, refletindo a realidade da região, e a gestão da produção e comercialização é totalmente controlada pelas famílias que vivem ali.

Situada em uma região caracterizada pelo clima semiárido com condições climáticas adversas, como chuvas escassas e temperaturas elevadas, Belo Horizonte enfrenta desafios relacionados à disponibilidade de água, sendo sua principal fonte de abastecimento os carros-pipas, veículos que transportam água potável para suprir as necessidades básicas da comunidade. Além disso, os moradores têm buscado alternativas como a utilização de reservatórios próximos e a coleta de água da chuva

como maneiras de suprir suas necessidades hídricas, A dependência de carros-pipas reflete as condições áridas da região e a escassez de recursos hídricos, o que influencia diretamente a vida dos moradores.

A vida na comunidade é marcada pela solidariedade e pelo apoio mútuo. A distância da cidade principal pode ter contribuído para a formação de laços comunitários fortes, onde os moradores se ajudam em momentos de necessidade.

Apesar dos desafios enfrentados, os habitantes da comunidade Belo Horizonte demonstram uma força notável ao se adaptarem a um ambiente difícil e ao trabalharem juntos para garantir o bem-estar e a prosperidade de suas famílias e de sua comunidade como um todo.

Mapa 1 – Localização de Marizópolis – PB



Fonte: Adaptado do IBGE [s.d.].

Figura 4 – Indicação de acesso para a comunidade Belo Horizonte



Fonte: Acervo do autor.

Figura 5 – Habitação de alvenaria na comunidade Belo Horizonte



Fonte: Acervo do autor.

Figura 6 – Criação de animais para subsistência



Fonte: Acervo do autor.

3.3 Visita de ambientação e estabelecimento de comunicação como os líderes locais

A visita permitiu obter a compreensão contextual aprofundada da comunidade, incluindo sua história, desafios e características únicas. Esse entendimento se mostra crucial para a interpretação dos resultados que serão conquistados com a pesquisa.

Ao interagir pessoalmente com os membros da comunidade e suas lideranças, tive a oportunidade de construir um relacionamento de confiança e respeito, fato que foi essencial para obter a cooperação da comunidade, garantindo uma participação ativa na pesquisa e acesso às informações necessárias.

Compreender as nuances da comunidade durante a visita inicial permitiu adaptar a pesquisa de acordo com as necessidades e preocupações reais da comunidade, tornando a pesquisa mais relevante e eficaz, garantindo que esteja alinhada com as experiências e percepções locais, além de promover um ambiente de pesquisa ético e colaborativo.

Figura 7 – Visita à propriedade em plena atividade produtiva



Fonte: Acervo do autor.

3.4 Coleta de amostras de água para análise físico-químico

Para coleta das amostras de água destinadas as análises físico-químicos, foi empregado um procedimento específico. Utilizamos bombas manuais em conjunto com balde de plástico e jarra para extrair as amostras, posteriormente a água foi transferida para garrafas de 500ml, onde foram cuidadosamente transportadas até o laboratório localizado no IFPB campus Sousa.

Esse método de coleta foi escolhido devido às condições únicas da comunidade, assegurando que as amostras sejam representativas da água que está efetivamente sendo utilizada pelas famílias.

Figura 8 – Cisterna de placas na comunidade Belo Horizonte



Fonte: Acervo do autor.

Figura 9 – Utensílios para retirada da água das cisternas, (a) Jarra e (b) balde plástico



Fonte: Acervo do autor.

Figura 10 – Coleta de amostra com o auxílio de morador e sob supervisão do orientador



Fonte: Acervo do autor.

3.5 Coleta de amostras de água para análise microbiológica

Para essa etapa, foram utilizados 10 frascos estéreis, cuidadosamente preparados para garantir a qualidade e a segurança das amostras coletadas.

Com o auxílio de fio de politetrafluoretileno, os frascos estéreis foram baixados diretamente no interior das cisternas.

Esse método de coleta assegurou que as amostras fossem retiradas de diferentes pontos da cisterna, capturando variações na qualidade da água ao longo do espaço.

Essas amostras seguirão para o laboratório, onde serão submetidas a rigorosos testes microbiológicos, incluindo a detecção de coliformes fecais, coliformes totais e contagem de bactérias totais. Os resultados dessas análises desempenharão um papel fundamental na avaliação da potabilidade da água.

Figura 11 – Preparação e esterilização dos frascos para coleta das amostras



Fonte: Acervo do autor.

Figura 12 – Coleta de amostra de água diretamente nas cisternas de placas



Fonte: Acervo do autor.

Figura 13 – Coleta de amostra de água diretamente nas cisternas de placas



Fonte: Acervo do autor.

Figura 14 – Caixa de isopor com amostras acondicionadas em gelo



Fonte: Acervo do autor.

3.6 Entrevista semiestruturada

A pesquisa optou por usar um modelo de entrevista semiestruturada, o que

implica que as perguntas e tópicos são definidos de antemão e seguidos de forma uniforme em todas as entrevistas. Isso garante uma comparação consistente dos dados coletados.

A perspectiva de que a aplicação do questionário possibilita o acesso a informações cruciais para o desenvolvimento é válida, uma vez que as informações obtidas por meio dos questionários podem orientar futuras intervenções e estratégias de melhoria nas condições das cisternas e no acesso a água potável.

A pesquisa adota o conceito de Haguette (1987) para definir a entrevista como um processo de interação social no qual um dos participantes (o entrevistador) tem como objetivo obter informações do outro participante (o entrevistado). Isso esclarece a natureza da interação e o propósito da entrevista.

3.6.1 Elaboração do questionário

A elaboração do roteiro da entrevista foi orientada por uma série de questões específicas que se alinham aos objetivos da pesquisa. O roteiro abrange informações socioeconômicas das famílias, renda, recebimento de benefícios sociais, condições de conservação das cisternas, qualidade e uso das águas armazenadas, entre outros tópicos.

Figura 15 – Entrevista para obtenção de dados



Fonte: Acervo do autor.

3.7 Análises laboratoriais

Essas análises desempenham um papel crucial na avaliação da qualidade da água armazenada e na identificação de possíveis riscos à saúde e ao meio ambiente,

permitindo verificar se a água armazenada nas cisternas atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pelas autoridades de saúde.

3.7.1 Análises físico-químico

Quadro 1 – Ensaio e técnicas empregadas na obtenção dos parâmetros sujeitos à análise físico-químico

Realização das análises	Ensaio	Método
LASAP – Laboratório de análises do solo, água e planta – IFPB Campus Sousa	PH	Peagâmetro
	Condutividade elétrica	Conduvímometro
	Potássio	Fotometria de chama
	Sódio	Fotometria de chama
	Cálcio	Titulométrico
	Magnésio	Titulométrico
	Carbonato	Titulométrico
	Bicarbonato	Titulométrico
	Cloreto	Titulométrico
	Carbonato de sódio residual	Calculados
	Cloreto de sódio	Titulométrico
	Carbonato de cálcio	Titulométrico
	Relação de adsorção de sódio	Calculados
	Sólidos dissolvidos totais	Conduvímometro

3.7.2 Demonstração das etapas de análise laboratorial físico-químico

Para avaliar a qualidade e identificar possíveis riscos à saúde, foram empregados diversos métodos de ensaio nas análises físico-químicas. São eles:

1. **pH:** Medido com um peagâmetro, que determina a acidez ou alcalinidade de uma solução.
2. **Condutividade elétrica:** Medida com um conduvímometro, avalia a capacidade da água de conduzir eletricidade, relacionada à concentração de íons dissolvidos.

3. **Potássio:** Determinado usando a fotometria de chama, uma técnica que envolve a medição da intensidade da luz emitida durante a queima do elemento químico.
4. **Sódio:** Também determinado por fotometria de chama, que mede a luz emitida durante a queima do sódio.
5. **Cálcio e magnésio:** Medidos por titulometria, um método que envolve a adição de um reagente de concentração conhecida para reagir com os íons de cálcio e magnésio na amostra.
6. **Carbonato e bicarbonato:** Também medidos por titulometria, utilizando reagentes específicos para esses ânions.
7. **Cloreto:** Determinado por titulometria, com a adição de um reagente de concentração conhecida que reage com os íons de cloreto.
8. **Carbonato de sódio residual:** Calculado a partir dos resultados das análises anteriores.
9. **Cloreto de Sódio:** Medido por titulometria, utilizando um reagente adequado.
10. **Carbonato de cálcio:** Determinado por titulometria, empregando reagentes específicos.
11. **Relação de adsorção de sódio:** Calculada a partir dos resultados de análises anteriores, é uma medida importante na avaliação da qualidade da água para uso agrícola.
12. **Sólidos dissolvidos totais:** Medidos com um condutivímetro, que avalia a concentração total de sólidos dissolvidos na água, incluindo sais, minerais e outros compostos.

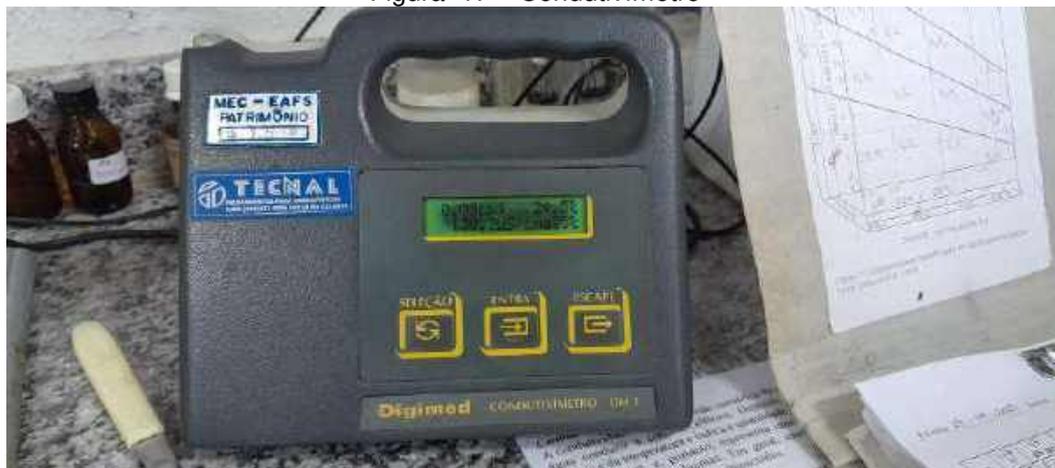
Esses métodos são fundamentais em análises de água, eles fornecem informações críticas sobre a composição química e as características físicas das amostras analisadas.

Figura 16 – Fotômetro



Fonte: Acervo do autor.

Figura 17 – Condutivímetro



Fonte: Acervo do autor.

Figura 18 – Amostras com adição de reagente



Fonte: Acervo do autor.

3.7.3 Análises microbiológicas

Quadro 2 – Ensaio e técnicas empregadas na obtenção dos parâmetros sujeitos à análise microbiológica

Realização das análises	Ensaio	Método
LASAP – Laboratório de análises do solo, água e planta – IFPB Campus Sousa	Coliformes fecais totais	Tubos múltiplos
	Coliformes fecais termotolerantes	Tubos múltiplos

3.7.4 Demonstração das etapas de análise laboratorial microbiológicas

Para determinar a presença de bactérias coliformes, foram preparados três meios de cultura, caldo lactosado, caldo verde brilhante e o caldo E-C, que proporcionam um ambiente propício para o crescimento dessas bactérias. Tubos de ensaio de Durham foram esterilizados e preenchidos com a solução resultante das diluições dos meios de cultura em água destilada, conforme orientação do fabricante. Em seguida, procedeu-se à inoculação dos meios de cultura com uma amostra de água. Esse processo de inoculação foi realizado com rigor asséptico para evitar qualquer contaminação.

Os tubos, contendo o meio de cultura e a amostra, foram posteriormente incubados a uma temperatura de aproximadamente 35 a 37°C ao longo de um período de 24 horas.

Durante o processo de incubação, as bactérias coliformes presentes na amostra, se presentes, metabolizam a lactose presente no meio de cultura, resultando na produção de ácido e, em alguns casos, na geração de gases, geralmente dióxido de carbono e, ocasionalmente, hidrogênio.

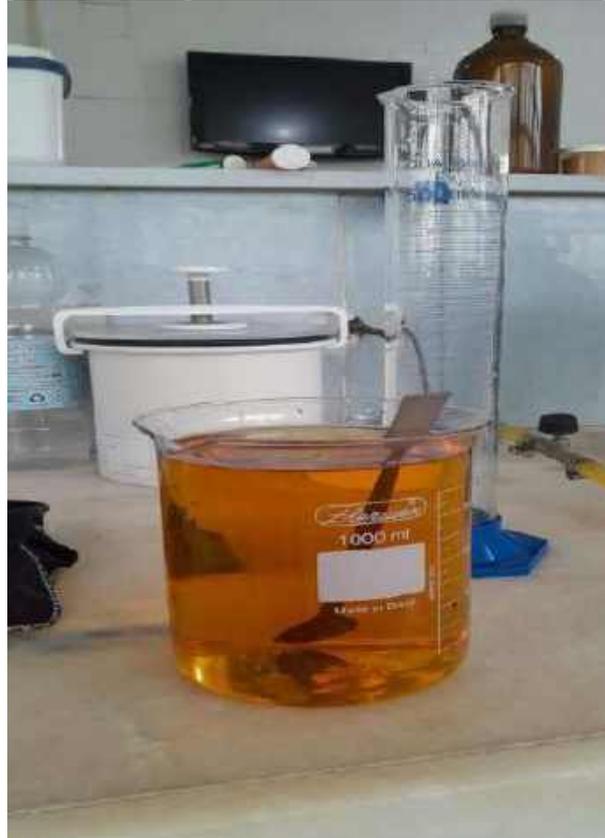
Se, durante o período de incubação, ocorre tanto a mudança de cor quanto a formação de gás, isso sugere a possível presença de bactérias coliformes na amostra.

Figura 19 – Pesagem de 13 gramas de lactose broth



Fonte: Acervo do autor.

Figura 20 – Diluição de lactose broth em 1 litro de água



Fonte: Acervo do autor.

Figura 21 – Preparação e esterilização dos tubos múltiplos



Fonte: Acervo do autor.

Figura 22 – Tubos colocados em incubadora



Fonte: Acervo do autor.

3.8 Análise dos dados

Será realizado um processo de análise integrada dos dados provenientes das análises laboratoriais e das entrevistas, visando oferecer uma perspectiva abrangente e aprofundar a compreensão dos resultados obtidos.

3.8.1 Análise dos resultados laboratoriais

A análise dos resultados laboratoriais será conduzida considerando medidas estatísticas fundamentais: mínimo, quartis (Q1, Q2, Q3) e máximo. Estas métricas permitem compreender a dispersão e tendências centrais dos dados. Quando viável, a representação por meio de Box plot será empregada, oferecendo uma visualização gráfica da distribuição dos resultados, facilitando a identificação de valores atípicos e proporcionando uma compreensão mais clara da variabilidade dos dados obtidos nas análises laboratoriais.

3.8.2 Análise dos resultados das entrevistas

Os dados provenientes das entrevistas serão analisados quantitativamente por meio da representação visual através de gráficos de barras. Essa abordagem permitirá uma análise mais objetiva e visual das informações coletadas durante as entrevistas.

4 RESULTADOS

O capítulo apresenta os resultados relacionados as hipóteses formuladas na pesquisa. Para maior clareza, os resultados serão apresentados primeiro, e, em seguida, discutiremos os parâmetros avaliados, bem como os percentuais de conformidade.

Na metodologia, foram abordados parâmetros físico-químicos, incluindo pH, condutividade elétrica, potássio, sódio, cálcio, magnésio, carbonato, bicarbonato, cloreto, carbonato de sódio residual, cloreto de sódio, carbonato de cálcio, relação de adsorção de sódio e sólidos dissolvidos totais. Além disso, foram realizadas análises microbiológicas, abrangendo os coliformes totais a 35°C e os coliformes termotolerantes a 45°C.

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas estão apresentados em tabelas que incluem estatísticas como valores máximos, mínimos, média, primeiro quartil e terceiro quartil.

Para a primeira hipótese, com base nos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, são realizadas comparações com os valores estabelecidos pela Portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde para determinar a conformidade.

Para a segunda hipótese, os resultados serão submetidos a uma análise comparativa para avaliar se há ou não diferenças na qualidade das águas armazenadas quando comparadas em residências distintas.

Para concluir, serão apresentados gráficos com os dados coletados por meio de entrevistas utilizando um questionário semiestruturado abrangendo informações socioeconômicas das famílias, acesso a programas governamentais de distribuição de renda, estado de conservação e manutenção das cisternas, qualidade e uso das águas armazenadas, bem como o levantamento de dados referente a capacitação das famílias.

4.1 Resultados das análises laboratoriais

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químico

Parâmetros analisados	Maior Valor	Menor Valor	1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
Parâmetros estatísticos					
PH	8,90	7,00	7,78	8,12	8,45
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,73	0,14	0,26	0,46	0,63
Potássio (mmol _c L)	0,70	0,02	0,08	0,19	0,20
Sódio (mmol _c L)	3,93	0,04	0,11	1,49	2,68
Cálcio (mmol _c L)	2,82	0,30	0,86	1,30	1,68
Magnésio (mmol _c L)	2,52	0,06	0,11	0,69	0,70
Carbonato (mmol _c L)	0,34	0,00	0,00	0,08	0,08
Bicarbonato (mmol _c L)	5,88	0,76	1,27	2,38	2,81
Cloreto (mmol _c L)	2,80	0,40	0,63	1,29	1,75
Carbonato de sódio residual (mmol _c L)	0,66	0,18	0,35	0,45	0,54
Cloreto de sódio (mg L ⁻¹)	412,00	20,40	51,28	173,29	277,50
Carbonato de cálcio (mg L ⁻¹)	388,00	21,90	47,35	152,05	234,75
Relação de adsorção de sódio (mmol _c L) ^{0,5}	3,11	0,07	0,16	1,25	2,29
Sólidos dissolvidos totais (mg L ⁻¹)	416,00	36,48	67,04	188,78	260,80
Conclusão					

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 2 – Verificação de parâmetros da conformidade em análises físico-químicas

Parâmetros analisados	-----Valores medidos-----			VMP (*)	% Conforme
	Maior Valor	Menor Valor	Média		
PH	8,90	7,00	8,12	6,0 a 9,5	100
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,73	0,14	0,46	-	-
Potássio (mmol _c L)	0,70	0,02	0,19	-	-
Sódio (mmol _c L)	3,93	0,04	1,49	12	100
Cálcio (mmol _c L)	2,82	0,30	1,30	200	100
Magnésio (mmol _c L)	2,52	0,06	0,69	150	100
Carbonato (mmol _c L)	0,34	0,00	0,08	20	100
Bicarbonato (mmol _c L)	5,88	0,76	2,38	-	-
Cloreto (mmol _c L)	2,80	0,40	1,29	250	100
Carbonato de sódio residual (mmol _c L)	0,66	0,18	0,45	-	-
Cloreto de sódio (mg L ⁻¹)	412,00	20,40	173,29	-	-
Carbonato de cálcio (mg L ⁻¹)	388,00	21,90	152,05	-	-
Relação de adsorção de sódio (mmol _c L) ^{0,5}	3,11	0,07	1,25	-	-
Sólidos dissolvidos totais (mg L ⁻¹)	416,00	36,48	188,78	1000	100
Conclusão					

VMP (*) de acordo com a portaria 05/17 MS
- Valores não referidos na portaria 05/17 MS

Fonte: Autor, 2023.

Ao analisarmos os resultados das análises físico-químicas, notamos que todos os parâmetros especificados na norma estão dentro dos limites aceitáveis. Contudo, identificamos um aumento no valor do pH, que pode ser atribuído à forma de armazenamento.

De acordo com a cartilha captação, manejo e uso da água de chuvas formulada

pelo instituto nacional do semiárido em conjunto com a associação Brasileira de captação e manejo de água da chuva, o sistema de armazenamento também pode influenciar a qualidade da água, levando a um aumento no pH devido à liberação excessiva de cal. O contato com a superfície de captação e o armazenamento em cisternas podem resultar em reações que elevam esses valores, podendo, em tanques de cimento, atingir a faixa de 8 a 9.

No entanto, é importante destacar que o aumento do pH não é considerado prejudicial à saúde.

Tabela 3 – Resultados das análises Microbiológicas

Parâmetros analisados	Maior Valor	Menor Valor	1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil	
						Parâmetros estatísticos
Coliformes totais 35º C (NMP/mL)	> 1,100	15,00	23,00	453,50	940,00	
Coliformes termotolerantes 45º C (NMP/mL)	>1,100	15,00	23,00	454,43	780,00	
						Conclusão
VMP (*) de acordo com a portaria 05/17 MS						

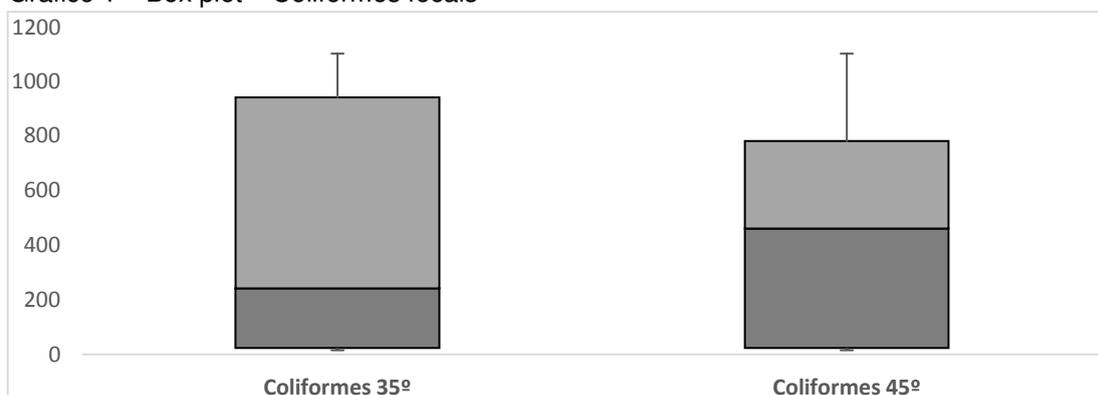
Fonte: Autor, 2023.

Tabela 4 – Verificação de parâmetros para conformidade em análises microbiológicas

Parâmetros analisados	-----Valores medidos-----			VMP (*)	% Conforme	
	Maior Valor	Menor Valor	Média			
Coliformes totais 35º C (NMP/mL)	> 1,100	15,00	453,50	0	0	
Coliformes termotolerantes 45º C (NMP/mL)	>1,100	15,00	454,43	0	0	
						Conclusão
VMP (*) de acordo com a portaria 05/17 MS						

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 1 – Box plot – Coliformes fecais



Em relação aos parâmetros biológicos, tanto os coliformes totais quanto os coliformes termotolerantes não estão em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Portaria do Ministério da Saúde, o que leva a rejeição da hipótese 1. Eles estão completamente fora dos padrões de potabilidade, o que representa um sério risco para a saúde pública.

Há evidências de casos de enfermidades relacionadas ao consumo de água contaminada, com surtos epidemiológicos causados pelo consumo de águas de sistemas de abastecimento público e alternativos coletivos que sofreram contaminações microbiológicas (AMARAL, 2003; BAIRD; SUMMERS; PLUMMER, 2013). Muitas das doenças infecciosas de veiculação hídrica decorrem da ingestão de água contaminada com micro-organismos patogênicos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos, que em maior parte são de origem entérica, isto é, dos excretos fecais de animais de sangue quente (BAIN, 2014; OTENIO et al, 2007).

Portanto, a ingestão de água contaminada por coliformes termotolerantes pode resultar em problemas sérios de saúde, incluindo diarreia, infecções intestinais, vômitos e outros sintomas gastrointestinais desagradáveis.

Com base nos resultados obtidos, é possível rejeitar a hipótese 2. Isso ocorre porque a qualidade das águas armazenadas nas 10 cisternas analisadas exibe um padrão de qualidade idêntico. As análises físico-químicas demonstraram uma conformidade de 100%, enquanto as análises microbiológicas apresentaram uma desconformidade de 100%.

4.1.1 Resultados obtidos por meio de questionário aos responsáveis de cada residência

Com o objetivo de aprimorar o estudo, foram coletados dados por meio de entrevistas utilizando um questionário semiestruturado abrangendo informações socioeconômicas das famílias, o acesso a programas governamentais de distribuição de renda, o estado de conservação e manutenção das cisternas, a qualidade e o uso das águas armazenadas. Além disso, realizamos um levantamento de dados relacionados à capacitação das famílias. Esse levantamento tem como finalidade aprofundar nossa compreensão em vários pontos de interesse e fornece uma base sólida para possíveis discussões. Os resultados serão apresentados em sua forma absoluta.

- Perfil Socioeconômico**

Gráfico 2 – Composição Populacional

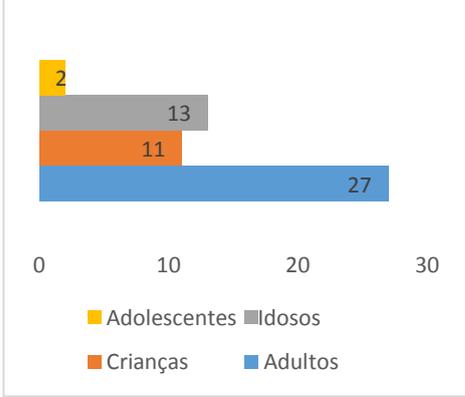


Gráfico 3 – Ocupação

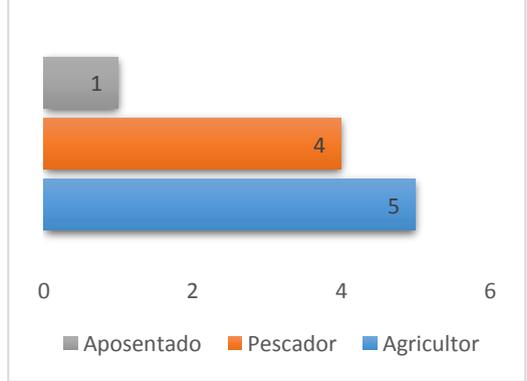


Gráfico 4 – Grau de escolaridade

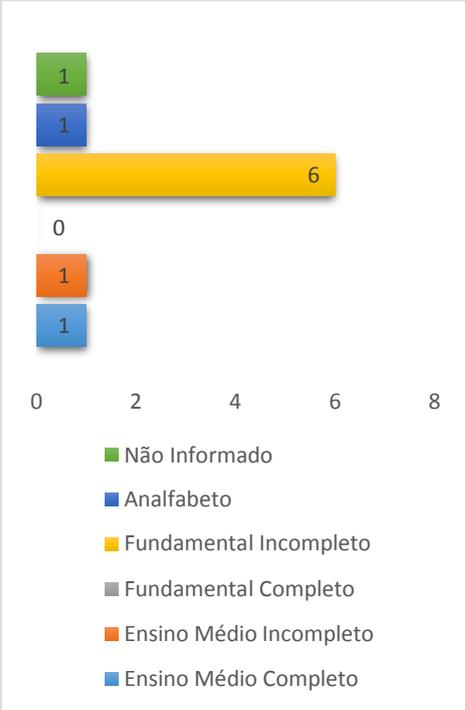


Gráfico 5 – Renda mensal

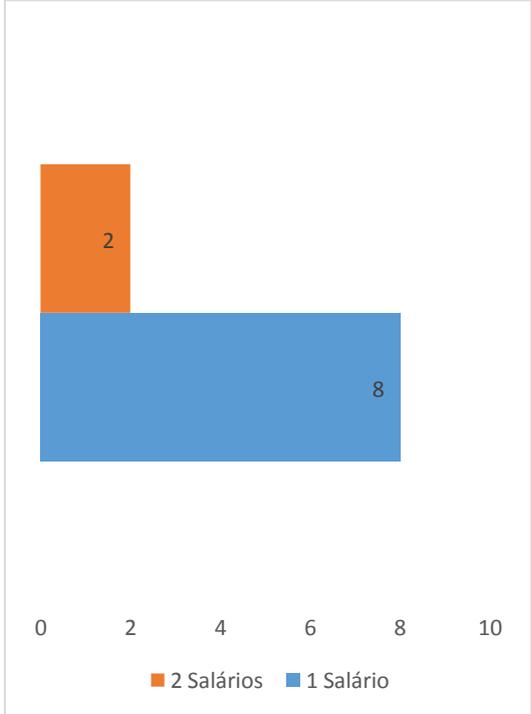


Gráfico 6 – Possui deficiência



- Acesso a programas governamentais**

Gráfico 7 – Programas distribuição de renda

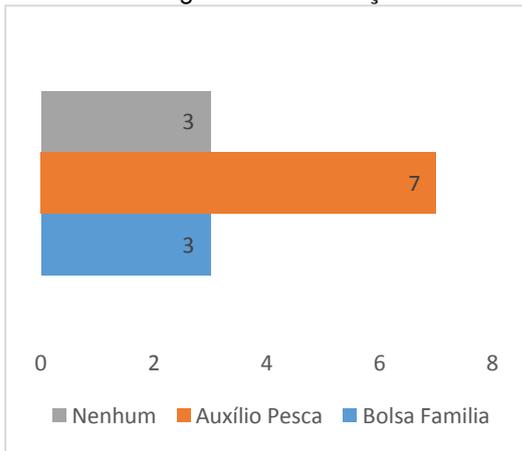
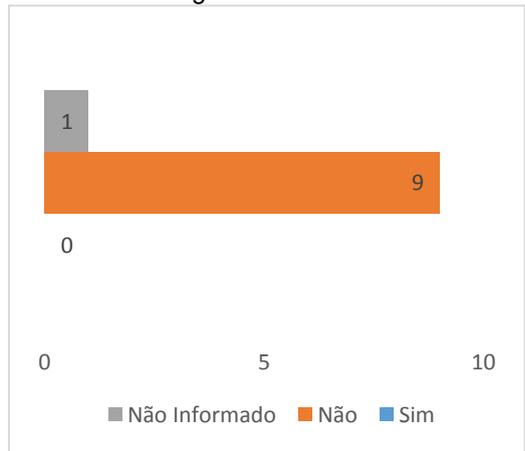


Gráfico 8 – Programa de assistência técnica



• **Instalações e condições de conservação do sistema**

Gráfico 9 – Conservação do sistema

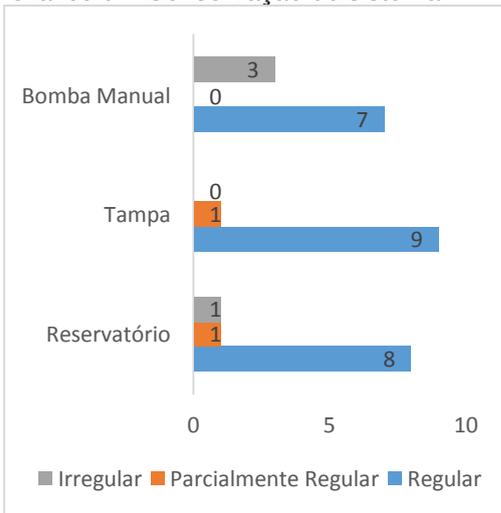


Gráfico 10 – Funcionamento das peças do sistema

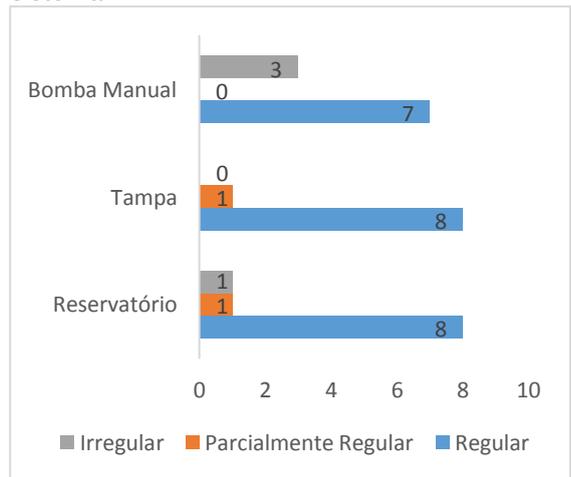


Gráfico 11 – Instalação do sistema

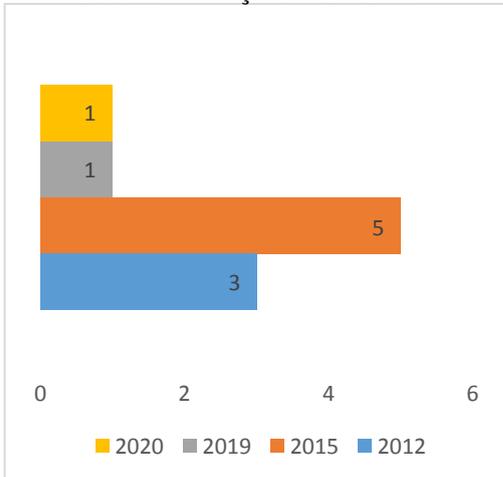


Gráfico 12 – Funcionamento das peças do sistema

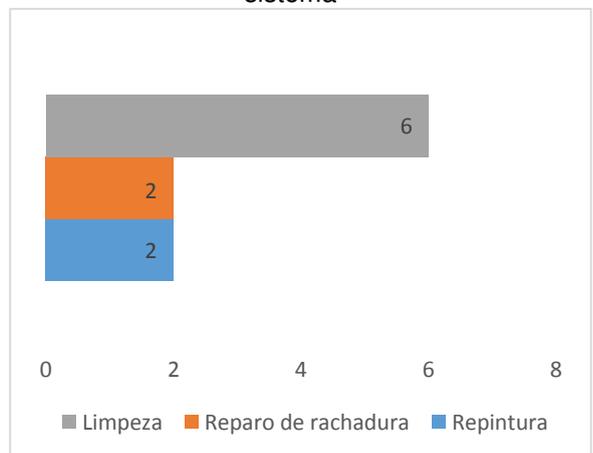
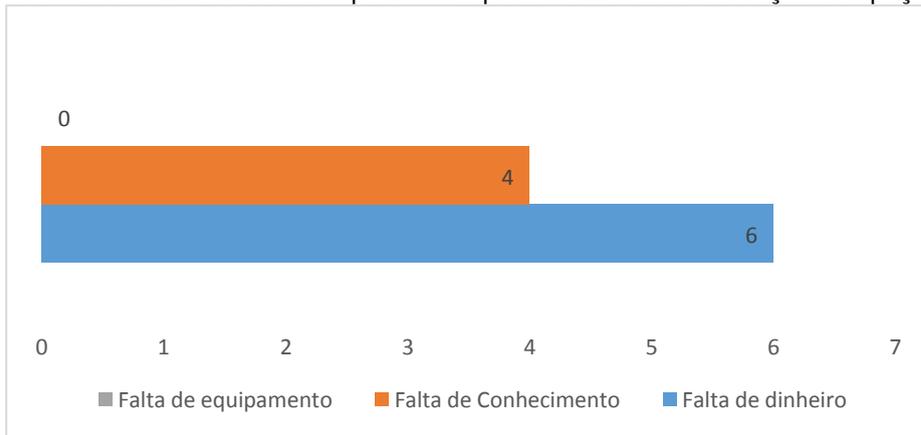


Gráfico 13 – Dificuldade e impedimento para realizar a conservação das peças do sistema



• **Características e uso da água**

Gráfico 14 – Origem da água

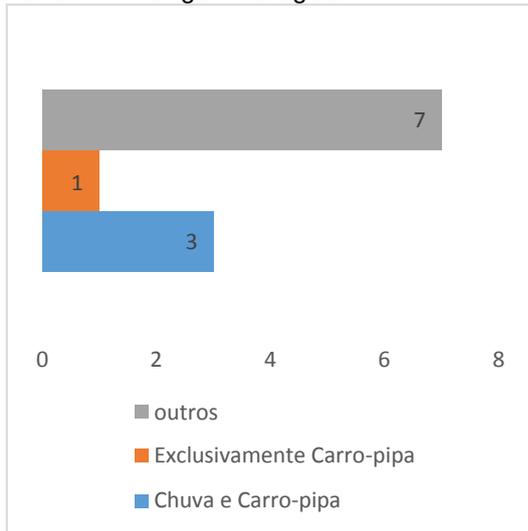


Gráfico 15 – Principais usos da água

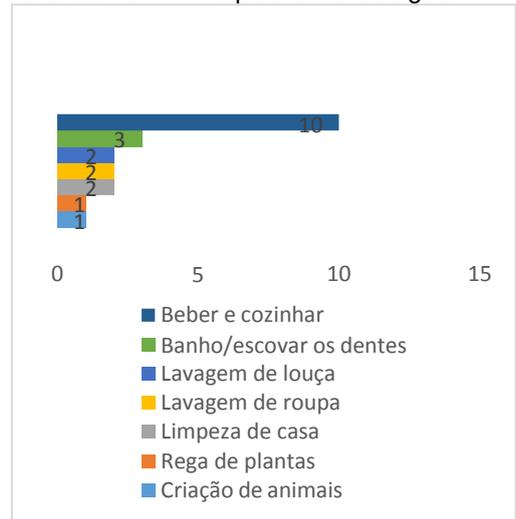


Gráfico 16 – Tratamentos combinados aplicados na água

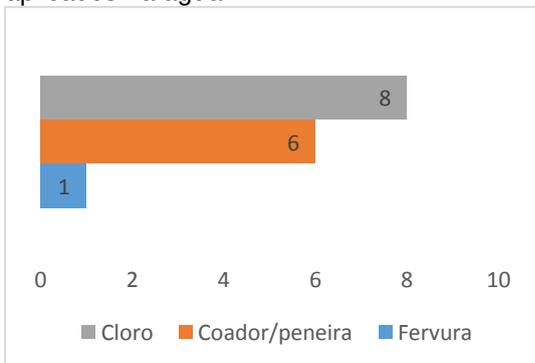
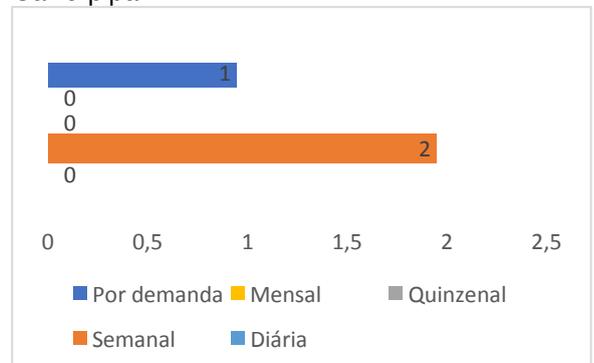


Gráfico 17 – Frequência de atendimento Carro-pipa



• **Qualidade da água**

Gráfico 18 – Problemas de saúde relacionados a água

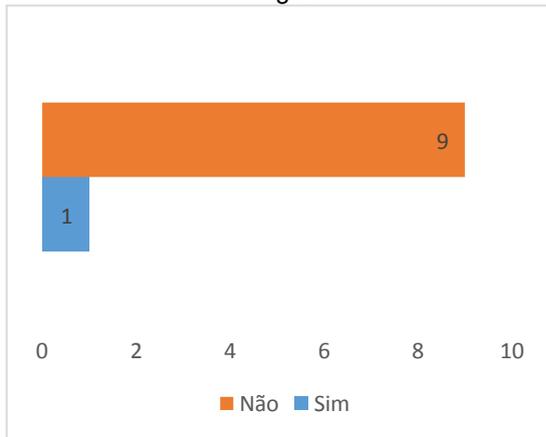
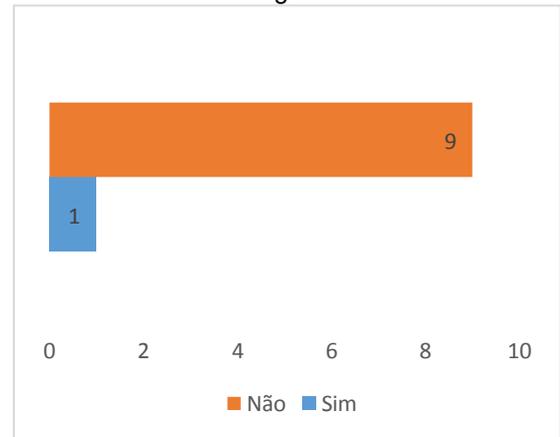
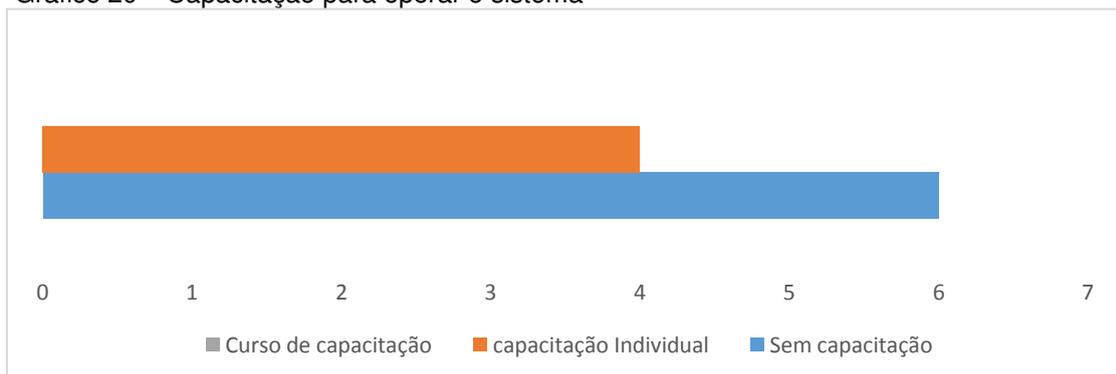


Gráfico 19 – Preocupação com a qualidade da água



- **Capacitação para operar o sistema**

Gráfico 20 – Capacitação para operar o sistema



Com base nos resultados obtidos, será viável criar um perfil populacional, identificar e quantificar os desafios enfrentados pela comunidade e, ao mesmo tempo, compreender áreas de aprimoramento que podem ser abordadas em futuros projetos e iniciativas.

5 DISCUSSÃO

Nas regiões afetadas pela escassez de água, os moradores enfrentam condições naturais adversas que demandam esforços extraordinários na busca por estratégias de sobrevivência. Essas estratégias, primeiramente, concentram-se em superar desafios que tornem viável o acesso a água e alimentos. No contexto da área de estudo, as cisternas desempenham um papel crucial no armazenamento de água para uso doméstico, enquanto os carros-pipas fornecem água essencial para suprir as necessidades da comunidade. Elas emergem como uma solução de grande importância para enfrentar os obstáculos decorrentes da escassez hídrica, assegurando o acesso a uma fonte confiável de água mesmo durante períodos de seca prolongada.

É relevante notar que a composição familiar das residências examinadas é majoritariamente composta por adultos cujas principais fontes de subsistência são a agricultura e a pesca de subsistência. É alarmante constatar que aproximadamente 80% das famílias dependem exclusivamente de um único salário-mínimo para garantir seu sustento. Além disso, é importante mencionar que o grau de escolaridade nessa comunidade é considerado baixo, uma vez que mais da metade da população investigada possui apenas o ensino fundamental incompleto.

Na análise referente ao acesso a programas governamentais, 70% das famílias relataram estar beneficiando-se de programas de distribuição de renda. No entanto, é preocupante observar que todas as famílias estão enfrentando desafios significativos em relação à assistência técnica para a manutenção e preservação das cisternas, bem como na adoção de práticas conscientes para o uso responsável da água. Essa lacuna na assistência técnica e no manejo adequado da água merece uma atenção especial, dada sua relevância para a sustentabilidade e o aproveitamento eficaz das cisternas.

No que diz respeito às instalações e às condições do sistema, a pesquisa evidenciou que 80% das cisternas investigadas possuem entre 8 e 11 anos de uso, mantendo, em sua grande maioria, a preservação e o funcionamento adequado de suas peças e componentes. Os usuários realizam principalmente intervenções como limpeza, reparo de rachaduras e repintura para manter o sistema em boas condições.

No entanto, é notório que a maior dificuldade e obstáculo enfrentados para a

realização da manutenção do sistema residem na falta de recursos financeiros e na carência de conhecimento técnico por parte dos usuários. É interessante observar que, apesar do nível educacional relativamente baixo da população pesquisada, a principal barreira para a realização de reparos não está relacionada à escolaridade, mas sim à escassez de recursos financeiros e à falta de conhecimento técnico necessário para efetuar as intervenções necessárias. Isso destaca a importância de medidas que visem a proporcionar assistência financeira e capacitação técnica para as famílias, a fim de manter e otimizar a eficácia dos sistemas de cisternas.

Um aspecto crucial da pesquisa foi a identificação das finalidades para as quais a água armazenada é utilizada. Verificou-se que a maior parte da água é destinada ao consumo direto, como beber e cozinhar, sendo disponibilizada em intervalos semanais. Esses dados são de extrema relevância para o estudo, pois fornece uma base sólida para a análise dos resultados obtidos em laboratório.

Além disso, é importante ressaltar que as famílias mencionaram a adoção de tratamentos adicionais como medidas para garantir a qualidade da água consumida. Esses tratamentos incluem a adição de cloro e o uso de peneira ou coador antes da utilização da água. Essas práticas indicam uma conscientização por parte das famílias sobre a importância da qualidade da água para sua saúde, demonstrando esforços adicionais para assegurar a potabilidade da água armazenada, isso reflete os dados coletados em relação aos problemas de saúde relacionados a água, onde apenas uma residência analisada reportou problema correlacionado com a qualidade da água, destacando excepcional atenção dada a esse aspecto pela maioria das famílias entrevistadas.

A pesquisa também revelou que a maioria das famílias informou que a água armazenada não representa uma preocupação para a saúde de seus familiares, e que o índice de doenças que possam ter relação com a qualidade da água é baixo. Esse dado indica uma percepção geral de segurança em relação à água armazenada, o que pode ser influenciado pelas práticas de tratamento adotadas e pelo fato de que a água é utilizada principalmente para consumo direto, como beber e cozinhar.

Os resultados das análises físico-químicas indicaram conformidade com os padrões estabelecidos nas normas vigentes, enquanto as análises microbiológicas revelaram não conformidade com os referidos padrões de qualidade. Nas análises físico-químicas, as amostras demonstraram estar dentro dos limites aceitáveis,

embora tenha sido observado um aumento nos níveis de pH na água armazenada. Esse aumento pode ser atribuído à possível interação da água com os materiais de construção da cisterna ou a outras fontes potenciais de contaminação.

Nas análises microbiológicas, foram identificadas a presença de coliformes fecais em todas as amostras analisadas, indicando uma contaminação por matéria orgânica de origem fecal. A presença de coliformes fecais é particularmente preocupante, uma vez que serve como um indicador crucial de contaminação fecal e está diretamente associada a um alto risco para a saúde. Isso ocorre porque, embora não tenhamos analisado especificamente o *E. coli*, a sua presença está diretamente ligada à presença de coliformes termotolerantes, e o *E. coli* é conhecido por ser um indicador de um grande número de patógenos que frequentemente causam doenças gastrointestinais. Esses resultados conduziram à rejeição da hipótese 1, uma vez que a expectativa era de que todas as amostras estivessem plenamente em conformidade com as normas estabelecidas.

É importante destacar que a maioria das famílias relatou a adoção de medidas como a utilização de cloro e a filtragem da água por meio de peneira ou coador antes do consumo, reduzindo o risco de doenças transmitidas pela água.

Consequentemente, a rejeição da hipótese 2 se torna evidente, uma vez que a expectativa era de que houvesse diferenças na qualidade da água quando comparadas entre si. Isso se deve ao fato de que todas as amostras obtiveram aprovação nos testes físico-químicos, enquanto a totalidade delas foi reprovada nas análises microbiológicas.

Portanto, é fundamental enfatizar a necessidade de um monitoramento contínuo da qualidade da água e a implementação de medidas corretivas para garantir a segurança da saúde da comunidade. Em resumo, embora as cisternas representem uma importante fonte de água em áreas afetadas pela escassez, é crucial abordar as questões de qualidade da água e investir em educação e capacitação das comunidades para garantir o uso seguro e sustentável desses sistemas de armazenamento de água. A conscientização sobre práticas seguras de manutenção e o acesso a recursos financeiros desempenham um papel fundamental na melhoria das condições da água e na promoção da saúde das famílias. Como sugestão para dar continuidade a este estudo com ênfase na melhoria da qualidade da água, proponho explorar a aplicação e promoção do método SODIS (Desinfecção Solar da

Água). Este método utiliza a radiação solar para desinfetar a água, oferecendo uma abordagem acessível e eficaz para melhorar a qualidade da água armazenada, podendo ser um complemento valioso às estratégias já adotadas pela comunidade para garantir água potável.

6 CONCLUSÕES

Em conclusão, este estudo sobre a qualidade e o uso das águas armazenadas em cisternas em regiões afetadas pela escassez de água destaca a importância crítica desse sistema para a sobrevivência da comunidade local. As cisternas emergem como uma solução fundamental para garantir o acesso à água, mesmo diante das condições adversas impostas pela escassez hídrica.

A pesquisa revelou um cenário desafiador, com famílias predominantemente compostas por adultos cujas principais fontes de subsistência são a agricultura e a pesca de subsistência. Além disso, a dependência de um único salário-mínimo por cerca de 80% das famílias ressalta a fragilidade econômica dessas comunidades. O baixo grau de escolaridade também é uma preocupação, visto que mais da metade da população investigada possui apenas o ensino fundamental incompleto.

A falta de acesso à assistência técnica para a manutenção das cisternas e a falta de conhecimento técnico entre os usuários representam desafios significativos para a sustentabilidade desses sistemas. Isso é especialmente preocupante, pois a pesquisa demonstrou que a manutenção adequada é crucial para garantir o funcionamento eficaz das cisternas.

A análise das características e do destino das águas armazenadas indicou que a maioria das famílias utiliza a água para beber e cozinhar, o que destaca a importância crítica da qualidade da água. Embora as famílias adotem práticas como o uso de cloro e a filtragem da água, os resultados das análises microbiológicas apontam para uma contaminação por coliformes fecais e termotolerantes, representando um risco à saúde pública.

Em resumo, este estudo ressalta a necessidade urgente de abordar as questões de qualidade da água e investir em educação, capacitação e assistência técnica na comunidade. A conscientização sobre práticas seguras de manutenção e

o acesso a recursos financeiros desempenham um papel vital na melhoria das condições da água e na promoção da saúde das famílias. Garantir que as cisternas sejam não apenas uma fonte de água, mas também uma fonte segura, é essencial para enfrentar os desafios contínuos da escassez de água nessas regiões.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. do et al. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Revista de Saúde Pública, p. 510-514, 2003.

ASA – **Articulação semiárido brasileiro Ações P1MC**. [s.d.]. Disponível em: <https://asabrasil.org.br/acoes/p1mc>. Acesso em: 8 out. 2023.

BAIRD, J. M.; SUMMERS, R.; PLUMMER, R. **Cisterns and safe drinking water in Canada**. Canadian Water Resources Journal, v. 38, n. 2, p. 121-134, 2013.

BARROS, M. K. L. V. *et al.* **Água: escassez, crise e perspectivas para 2050**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 5, p. 4, 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Diretrizes para projetos de laboratórios de análises de água para consumo humano e análises de efluentes**. Brasília: Funasa, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_projetos_laboratorios_agua_consumo_humano_efluentes.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Diário Oficial da União, 2021.

BRASIL. Ministério da defesa. Exército Brasileiro. Comando Militar do Nordeste. **Edital de credenciamento ano 2024 do ER OP c Pipa/7ªRM**. 7ª RM Comando da 7ª Região Militar, 2023. Disponível em: <https://7rm.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/791-edital-de-credenciamento-ano-2024-do-er-op-c-pipa-7-rm>. Acesso em: 28 out. 2023.

BRASIL. Ministério da saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria de consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Disponível em: https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017. Acesso em: 08 set. 2023.

BAIN, R. et al. **Fecal contamination of drinking-water in low-and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis**. PLoS Med, v. 11, n. 5, p. e1001644, 2014.

BRASIL. **Censo 2017 Semiárido Brasileiro**. IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/1992-novo-portal/edicao/37393-2022-semiarido-brasileiro>. Acessado em 15 dez. 2023.

CASTRO, A. L. A. *et al.* **Escassez hídrica**. EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210924/1/CLV19039.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

COSTA, C. V. da; AQUINO, M. D. de. **Cisternas de placas: uma tecnologia sustentável para o semiárido**. 2013.

CYBIS, L. F. **Manual prático de análise de água**. [s.l.]: [s.n.], 2013.

DAMASCENO, D. **Controle de qualidade de águas potáveis utilizando análise multivariada de imagens**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tedeserver/api/core/bitstreams/3ff59935-058c-4952-8739-5eb19b41e9c0/content>. Acesso em:

DE ASSIS, D. M. S. *et al.* **Avaliação dos parâmetros físico-químicos da água de abastecimento em diferentes bairros do Município de Salvaterra (Arquipélago do Marajó, PA)**. Revista virtual de Química, v. 9, n. 5, 2017.

FAY, E. F. *et al.* **Análises físicas, químicas e microbiológicas e qualidade da água**. 2008.

FERREIRA, Arlon Cândido; ROCHA, Leonardo Cristian; DO AMARAL FIGUEIREDO, Múcio. **Análise do índice de qualidade de água na bacia do córrego do rio acima, São João Del-Rei/MG**. 2015

FRANÇA, F. M. C. *et al.* **Cisterna de placas: construção, uso e conservação. Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido**, v. 2, 2010.

GARCIA, É. N. A.; MORENO, D. A. A. C.; FERNANDES, A. L. V. **A importância da preservação e conservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez da água no Brasil**. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 6, 2015.

HAGUETTE, Tereza M.F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. Petrópolis: Vozes, 1987. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2007/T1-1SF/Canrobert/Medologias_Qualitativas.pdf>. Acesso em: 29 out. 2023

INSA. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro** / Editores, LIMA, Ricardo da Cunha Correia; CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto; PEREZ – MARIN, Aldrin Martin. M Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209p. : il.

INSA. **Captação, manejo e uso de água de chuva** / Organizadores: SANTOS, Delfran Batista do; MEDEIROS, Salomão de souza; BRITO,GNAD Luiza Teixeira de

lima; GNADLINGER, Johann; COHIN, Eduardo; PAZ, Vital Pedro da Silva; GHEYI, Hans Raj. Campina Grande: INSA-PB, 2015. 84p. : il.

IRIO, L. C.; SCHROEDER, E. O. (org.). **Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome – MDS, Editora IABS, 2013.

João Del-Rei/MG. **Revista nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 15, 2015.

LIMA, M. **Convivência com o Semiárido: Mobilizações sociais, políticas públicas e agricultura familiar**. Editora Appris, 2021.

LOPES, J. W. B. **Disponibilidade hídrica em reservatórios no semiárido brasileiro: interações entre assoreamento e escassez**. Tese (mestrado). Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, 2016.

MACHADO, T. T. V. *et al.* **Avaliação da qualidade de águas de chuva armazenadas em cisternas de placas e de polietileno em um município do semiárido do estado da Paraíba**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, p. 151-158, 2021.

MUTUANDO, Instituto Giramundo, 2005 **A Cartilha Agroecológica** / Instituto Giramundo Mutuando Botucatu, SP: Editora Criação Ltda, 2005

MANZINI, E. J. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros**. Seminário internacional sobre pesquisa e estudos qualitativos, v. 2, p. 58-59, 2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos**. Água para um mundo sustentável-Sumário Executivo. WWDR, 2015a.

OTENIO, M. H. et al. **Qualidade da água utilizada para consumo humano de comunidades rurais do município de Bandeirantes-PR**. Salusvita, Bauru, v. 26, n. 2, p. 189-195, 2007.

PARRON, L. M.; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas, 2011.

REDAÇÃO FAROL DA BAHIA. **Fornecimento de água a cidades no nordeste por carros pipa deve ser interrompido**. Farol da Bahia, 2023. Disponível em: <https://www.faroldabahia.com.br/noticia/fornecimento-de-agua-a-cidades-no-nordeste-por-carros-pipa-deve-ser-interrompido>. Acesso em: 28 out. 2023.

SANTOS, D. B. *et al.* **Captação, manejo e uso de água de chuva**. Campina Grande: INSA, ABCMAC, 2015.

SILVA, A. L. F. **Análise microbiológica, físico-química e organoléptica da água consumida pela população da cidade de Chiador (MG)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas-Modalidade EAD) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SILVA, C. V. da; HELLER, L.; CARNEIRO, M. **Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais**. Eng. Sanit. Ambient. [online]. v. 17, n. 4, p. 393-400, 2012.

SILVA, E. R.F.; ARAÚJO, R.L. **Geomorfologia do semiárido do nordeste brasileiro: influência do clima na paisagem natural**. Disponível em <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/3/3-339-2190.html>. Acessado em 15 dez.2023.

SILVA, J. *et al.* **Cisterna para armazenamento de água de chuva e seus múltiplos usos**. In: II Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro. Anais II WIASB... Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17244>. Acesso em: 28 out. 2023.

SOUZA FILHO, F. A. *et al.* **Convivência com o Semiárido: Uma Proposta de Construção Coletiva**. Organizado pelos autores, 2013.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L. **Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio**. Brasília: ABIMAC, 2002. 45P.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos,SP: RiMa, 2003.

ANEXO 1 – MODELO QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

 <p>INSTITUTO FEDERAL Paraíba Campus Sousa</p>	<p>INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA</p> <p>Título da Pesquisa: “Cisternas de placas: Avaliação da qualidade e uso das águas armazenadas, um estudo de caso”</p> <p>Questionário utilizado na abordagem para coletar informações, com o propósito de fornecer dados para embasar a elaboração do trabalho de conclusão de curso.</p>	<p>Número Identificação</p>
A) Perfil socioeconômico		
1 Composição Familiar		
() Criança () Idoso () Adulto		
Grau de Instrução		
Ocupação		
Renda mensal		
Possui deficiência		
B) Acesso a Programas Governamentais		
2 Algum membro da família é beneficiário de programas governamentais?		
() Garantia Safra () Bolsa Família () Auxílio Pesca		
3 Possui assessoria ou assistência técnica?		
() Sim () Não		
C) Instalação e Condições de Conservação do Sistema		
4 Qual o ano de instalação da cisterna?		
5 Conservação das peças do sistema		
Reservatório () Regular () Parcialmente Regular () Irregular		
Tampa () Regular () Parcialmente Regular () Irregular		
Bomba Manual () Regular () Parcialmente Regular () Irregular		
6 Funcionamento das peças do sistema		
Reservatório () Regular () Parcialmente Regular () Irregular		
Tampa () Regular () Parcialmente Regular () Irregular		
Bomba Manual () Regular () Parcialmente Regular () Irregular		
7 Houve manutenção recente do sistema?		
() Repintura () Reparo de rachadura () Limpeza		
8 Dificuldade e impedimento para realizar a conservação das peças do sistema		
() Falta de dinheiro () Falta de equipamento () Falta de conhecimento		
D) Característica e uso da água armazenada		
9 Origem da água armazenada		
() Chuva e carro-pipa () Exclusivamente carro-pipa () Outros		
10 Destinação da água proveniente das cisternas		
() Criação de animais () Rega de plantas () Limpeza da casa () Lavagem de roupa		
() Lavagem de louça () Banho/escovar os dentes () Beber e cozinhar		
11 Aplicação de processos de tratamento na água da cisterna		
() Fervura () Coador/peneira () Cloro		
E) Qualidade da água		
12 Você considera a qualidade da água armazenada na cisterna uma preocupação para a saúde da sua família?		
() Sim () Não		
13 Sua Família já teve problemas de saúde que podem estar relacionadas à qualidade da água que consomem em casa?		
() Sim () Não		
F) Frequência de atendimento		
14 Qual a frequência do abastecimento a partir dos carros-pipas?		
() Diária () Semanal () Quinzenal () Mensal () Por demanda		
G) Participação Familiar		
15 A família participou de alguma atividade de capacitação?		
() Sem capacitação () Capacitação individual () Curso de Capacitação		

ANEXO 2 – RESULTADO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS FÍSICO-QUÍMICO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Arantes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: 083 3556 1029/3522 2727



Proprietário: Francisca das Chagas	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB	Fonte: Sistema/chuva
	Data Entrada: 04/09/2023	Data Saída: 21/09/2023

Análise Físico-Química de Água

LAB. N°	Vazão m³.h⁻¹	pH	CE dS m⁻¹	K⁺	Na⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	mmol/L				CSR	mg L⁻¹		RAS (mmol L⁻¹)⁰,⁵	Classe
								SO₄²⁻	CO₃²⁻	HCO₃⁻	Cl⁻		NaCl	CaCO₃		
2153	-	8,5	0,40	0,11	2,26	1,99	0,61	**	0,34	2,92	1,60	0,66	249,0	207,0	1,98	C2 S1

**Não analisado

CSR – Carbonato de Sódio Residual; RAS – Relação de adsorção de sódio.

C2 S1: Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA nº 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 256,0 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.

Hermans Oliveira Rolim
Engº Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PB 952D Reg. Nac. 19019984-3

João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorado em Agronomia
Matrícula SIAPE Nº 18242999

Digitalizado com Certificação



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Arantes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: 083 3556 1029/3522 2727



Proprietário: Dona Chagas	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB	Fonte: Sistema/pipa
	Data Entrada: 04/09/2023	Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m³.h⁻¹	pH	CE dS m⁻¹	K⁺	Na⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	mmol/L				CSR	mg L⁻¹		RAS (mmol L⁻¹)⁰,⁵	Classe
								SO₄²⁻	CO₃²⁻	HCO₃⁻	Cl⁻		NaCl	CaCO₃		
2154	-	7,6	0,21	0,18	0,80	1,10	0,64	**	0,00	2,34	1,10	0,54	134,3	113,5	0,85	C1 S1

**Não analisado

CSR – Carbonato de Sódio Residual; RAS – Relação de adsorção de sódio.

C1 S1: Água sem risco quanto ao perigo de salinização do solo, podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas e em quase todos os tipos de solos

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA nº 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 114,4 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.

Hermans Oliveira Rolim
Engº Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PB 952D Reg. Nac. 19019984-3

João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorado em Agronomia
Matrícula SIAPE Nº 18242999

Digitalizado com Certificação



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Antunes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: (083) 3356 1029/3322 2727



Proprietário: Zé de Pedrinho	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/poço	Data Entrada: 04/09/2023
		Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Análise Físico-Química de Água						RAS (mmol/L) ^{0,5}	Classe	
								SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl			CaCO ₃
2152	-	7,5	0,20	0,18	0,78	1,02	0,68	**	0,00	2,24	0,80	0,54	123,3	105,4	0,84	C1 S1

**Não analisado

CSR – Carbonato de Sódio Residual; RAS – Relação de adsorção de sódio.

C1 S1: Água sem risco quanto ao perigo de salinização do solo, podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas e em quase todos os tipos de solos.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 128,0 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.


Hermão Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PB 952D Reg. Nac. 190199884-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorando em Agronomia
Matrícula SIAPE: N° 18242979

 Original assinado com Certificado



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Antunes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: (083) 3356 1029/3322 2727



Proprietário: João Emiliano	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Sistema/chuva	Data Entrada: 04/09/2023
		Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Análise Físico-Química de Água						RAS (mmol/L) ^{0,5}	Classe	
								SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl			CaCO ₃
2151	**	8,3	0,069	0,08	0,05	0,80	0,06	**	0,00	1,04	0,70	0,18	38,4	36,5	0,07	C2 S1

**Não analisado

CSR – Carbonato de Sódio Residual; RAS – Relação de adsorção de sódio.

C2 S1: Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 44,16 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.


Hermão Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PB 952D Reg. Nac. 190199884-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorando em Agronomia
Matrícula SIAPE: N° 18242979

 Original assinado com Certificado



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Amantez, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: 0x83 3556 1029/3522 2727.



Proprietário: Francisca Martins	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/chuva	Data Entrada: 04/09/2023 Data Saída: 21/09/2023

Análise Físico-Química de Água																
LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl	CaCO ₃	RAS (mmol _e L) ^{0,5}	Classe
2150	-	7,0	0,057	0,02	0,04	0,30	0,20	**	0,00	0,76	0,40	0,26	20,4	21,9	0,08	C2 S1

**Não analisado

CSR - Carbonato de Sódio Residual; RAS - Relação de adsorção de sódio.

C2 S1: Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 36,48 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.


Hermano Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PI 952D Reg. Nac. 19019984-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorado em Agronomia
Matrícula SIAPE N° 18242979

 Digitalizado com QualSign™



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Amantez, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: 0x83 3556 1029/3522 2727.



Proprietário: Omília	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/pipa	Data Entrada: 04/09/2023 Data Saída: 21/09/2023

Análise Físico-Química de Água																
LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl	CaCO ₃	RAS (mmol _e L) ^{0,5}	Classe
2149	-	8,3	0,46	0,70	2,82	1,30	0,70	**	0,10	2,48	2,54	0,58	287,0	244,0	2,82	C2 S1

**Não analisado

CSR - Carbonato de Sódio Residual; RAS - Relação de adsorção de sódio.

C2 S1: Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 211,6 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.


Hermano Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PI 952D Reg. Nac. 19019984-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorado em Agronomia
Matrícula SIAPE N° 18242979

 Digitalizado com QualSign™



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Antunes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: 0x33 3356 1029/3321 2727



Proprietário: Maria de Luciano	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/chuva	Data Entrada: 04/09/2023
		Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	Análise Físico-Química de Água										RAS (mmol/L) ^{0,5}	Classe	
				K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl			CaCO ₃
2148	**	8,9	0,073	0,06	0,07	0,72	0,08	**	0,00	1,12	0,60	0,32	41,3	39,1	0,11	C1 S1

**Não analisado

CSR – Carbonato de Sódio Residual; RAS – Relação de adsorção de sódio.

C1 S1: Água sem risco quanto ao perigo de salinização do solo, podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas e em quase todos os tipos de solos.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 46,72 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg.L⁻¹.


Hermano Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PI 952D Reg. Nat. 190199884-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorando em Agronomia
Matrícula SIAPE N° 18242999

 Eng° Agrônomo com Certificação



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Antunes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: 0x33 3356 1029/3321 2727



Proprietário: Zuleide	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/Carro pipa	Data Entrada: 04/09/2023
		Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	Análise Físico-Química de Água										RAS (mmol/L) ^{0,5}	Classe	
				K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl			CaCO ₃
2147	**	8,3	0,55	0,20	3,93	1,81	1,37	**	0,32	3,30	2,80	0,44	346,0	293,0	3,11	C2 S1

**Não analisado

CSR – Carbonato de Sódio Residual; RAS – Relação de adsorção de sódio.

C2 S1: Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 352,0 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg.L⁻¹.


Hermano Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PI 952D Reg. Nat. 190199884-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorando em Agronomia
Matrícula SIAPE N° 18242999

 Eng° Agrônomo com Certificação



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Antunes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: (083) 3556-1029/3522-2727



Proprietário: FRANCIVALDO	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/Chuva	Data Entrada: 04/09/2023 Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	Análise Físico-Química de Água										RAS (mmol/L) ^{0,5}	Classe	
				K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl			CaCO ₃
2146	**	8,5	0,14	0,24	0,23	1,18	0,08	**	0,00	1,72	0,60	0,46	81,2	72,1	0,29	C1 S1

**Não analisado

CSR - Carbonato de Sódio Residual; RAS - Relação de adsorção de sódio.

C1 S1: Água sem risco quanto ao perigo de salinização do solo, podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas e em quase todos os tipos de solos.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 262,4 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.


Hermo Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PI 952D Reg. Nac. 190199884-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorando em Agronomia
Matrícula SIAPE N° 18242979

 Digital Signature Certification



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS SOUSA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO, ÁGUA E PLANTA - LASAP
Rua Pedro Antunes, s/n São Gonçalo - Sousa/PB
Sousa-PB CEP 58814-000 Fone: (083) 3556-1029/3522-2727



Proprietário: João Lins Braga	Propriedade: Sítio Belo Horizonte	Aplicação: Uso geral
Município: Marizópolis	Estado: PB Fonte: Cisterna/Rio	Data Entrada: 04/09/2023 Data Saída: 21/09/2023

LAB. N°	Vazão m ³ .h ⁻¹	pH	CE dS m ⁻¹	Análise Físico-Química de Água										RAS (mmol/L) ^{0,5}	Classe	
				K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CSR	NaCl			CaCO ₃
2145	**	8,3	0,65	0,09	3,91	2,82	2,52	**	0,00	5,88	1,80	0,54	412,0	388,0	2,39	C2 S1

**Não analisado

CSR - Carbonato de Sódio Residual; RAS - Relação de adsorção de sódio.

C2 S1: Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e acúmulo, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA n° 20 de junho de 1986, a amostra acima se enquadra nos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 416,0 mg/L, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.


Hermo Oliveira Rolim
Eng° Agrônomo Doutor em Agronomia
CREA-PI 952D Reg. Nac. 190199884-3


João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias
Doutorando em Agronomia
Matrícula SIAPE N° 18242979

 Digital Signature Certification

ANEXO 3 – RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS MICROBIOLÓGICAS

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS
FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 1	Solicitante:
N° do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
Coliformes a 35°C		$74,1 \times 10^3$	
Coliformes a 45°C		$74,1 \times 10^3$	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação	Aprovação
Data:	Data:

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA
 LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS
 FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 2	Solicitante:
N° do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JÔNATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
• Coliformes a 35°C		$> 1,1 \times 10^3$	
• Coliformes a 45°C		$7 1,1 \times 10^3$	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação	Aprovação
Data:	Data:

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA
 LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS
 FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

Nº da amostra: 3	Solicitante:
Nº do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
Coliformes a 35°C		$7,1 \times 10^3$	
Coliformes a 45°C		$4,6 \times 10^2$	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp.</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação Data:	Aprovação Data:
----------------------	--------------------

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA
 LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS
 FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 4	Solicitante:
N° do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
- Coliformes a 35°C		2,3 x 10	
- Coliformes a 45°C		2,3 x 10	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
<i>Clostridium sulfito redutor</i>			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação Data:	Aprovação Data:
----------------------	--------------------

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA
 LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS
 FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

Nº da amostra: 5	Solicitante:
Nº do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: TUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
Coliformes a 35°C		$4,6 \times 10^2$	
Coliformes a 45°C		$4,6 \times 10^2$	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

/

Verificação	Aprovação
Data:	Data:

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS

FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 6	Solicitante:
N° do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
• Coliformes a 35°C		2,3x10	
• Coliformes a 45°C		2,3x10	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação

Data:

Aprovação

Data:

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA
 LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS
 FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 7	Solicitante:
N° do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: AGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
- Coliformes a 35°C		1,5 x 10	
- Coliformes a 45°C		1,5 x 10	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação	Aprovação
Data:	Data:

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS

FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 9	Solicitante:
N° do Laudo:	PROF. ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
Coliformes a 35°C		$> 1,1 \times 10^3$	
Coliformes a 45°C		$> 1,1 \times 10^3$	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Balores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação	Aprovação
Data:	Data:

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB CAMPUS SOUSA

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS

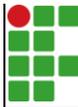
FICHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

N° da amostra: 10	Solicitante:
N° do Laudo:	PTBF ELIEZER
Coletado por: JONATHAS	Data da Entrada: 25-09-2023
Analisado por:	Data da Análise: 25-09-2023
Produto: ÁGUA DE CISTERNA	Data da Saída:
Marca:	Lote:
Fabricação:	Validade:

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado	Padrão
Coliformes a 35°C		$1,1 \times 10^3$	
Coliformes a 45°C		$1,1 \times 10^3$	
<i>E. coli</i>			
<i>Salmonella spp</i>			
Estafilococos coagulase (+)			
Aeróbios mesófilos viáveis			
Bactérias heterotróficas			
<i>Bacillus cereus</i>			
Clostridium sulfito redutor			
Bolores e leveduras			

Conclusão/observações:

Verificação	Aprovação
Data:	Data:

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Sousa - Código INEP: 25018027
	Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Jonathas Lira
Tipo do Documento:	Comprovante
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jônathas Queiroga Lira, ALUNO (201928710023) DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA - SOUSA**, em 14/08/2024 11:20:01.

Este documento foi armazenado no SUAP em 14/08/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1218887

Código de Autenticação: c6fb7c5c77

