

Avaliação da qualidade da água e manejo de cisternas domiciliares em comunidade rural do Oeste da Bahia (Brasil)

Marcus Vinícius Albuquerque dos Santos¹, Terly Gabriela Quiñonez Fuentes¹, Danilo Corado de Melo¹,
Maico Chiarelto^{1*}

¹Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias (CCET), Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Brasil.

(*Autor correspondente: maico.chiarelto@gmail.com)

Histórico do Artigo: Submetido em: 13/09/2022 – Revisado em: 11/12/2022 – Aceito em: 14/01/2023

RESUMO

Em função do déficit de abastecimento de água em zonas rurais surge o Programa de Formação e Mobilização para a Convivência com o semiárido: Um Milhão de Cisternas (P1MC), responsável pela implantação de cisternas que proporcionaram o acesso à água potável em dezenas de municípios do semiárido brasileiro. Riachão das Neves - BA é um desses municípios e uma de suas comunidades, Riacho do Pintor, foi beneficiada pelas ações do P1MC. Nesse contexto, o trabalho desenvolvido buscou avaliar a qualidade da água armazenada nas cisternas de Riacho do Pintor e conhecer as técnicas de manejo empregadas pelos seus usuários. Em laboratório, foram mensuradas pH, temperatura, cloro residual livre, cor aparente, turbidez, alcalinidade, condutividade elétrica, coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos foram comparados com o padrão de potabilidade brasileiro, estabelecido pela Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde e, em 95% dos casos analisados, constatou-se o descumprimento do padrão. Ademais, em campo, verificaram-se problemas relacionados à limpeza dos reservatórios e ao tratamento da água armazenada para o consumo (principal destinação da água das cisternas), tornando recomendada a implementação de medidas educativas que propiciem a conservação da água de chuva e impulsionem a efetividade de cisternas domiciliares no semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Abastecimento de água potável; P1MC; Riachão das Neves; Padrão de potabilidade.

Evaluation of water quality and management of domestic cisterns in rural community of western Bahia (Brazil)

ABSTRACT

Public policies aimed at basic sanitation in Brazil were, historically, implemented unevenly. In a scenario characterized by the prioritization of urban areas, there is a service deficit in rural areas that permeates even the supply of drinking water. In this context, the implementation of alternative technologies, which result in advances for the sanitation sector in rural areas, becomes suggestive. Thus, the Training and Mobilization Program for Coexistence with the Semi-arid: One Million Cisterns (P1MC) was created, responsible for the implementation of cisterns that provided access to drinking water in dozens of municipalities in the Brazilian semi-arid region. Riachão das Neves - BA is one of these municipalities and one of its communities, Riacho do Pintor, benefited from the P1MC actions. In this context, the work developed sought to evaluate the quality of the water stored in the cisterns of Riacho do Pintor and to know the management techniques used by its users. In the laboratory, pH, temperature, free residual chlorine, apparent color, turbidity, alkalinity, electrical conductivity, total coliforms and *Escherichia coli* were measured. The results obtained were compared with the Brazilian potability standard, established by Ordinance 888/2021 of the Ministry of Health and, in 95% of the cases analyzed, non-compliance with the standard was found. Furthermore, in the field, there were problems related to the cleaning of the reservoirs and the treatment of the water stored for consumption (the main destination of the water from the cisterns), making it recommended to implement educational measures that promote the conservation of rainwater and promote the effectiveness of household cisterns in the Brazilian semi-arid region.

Keywords: Drinking water supply; P1MC; Riachão das Neves; Potability standard.

Santos, M. V. A., Fuentes, T. G. Q., Melo, D. C., Chiarelto, M. (2023). Avaliação da qualidade da água e manejo de cisternas domiciliares em comunidade rural do Oeste da Bahia (Brasil). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.11, n.1, p.132-150.



1. Introdução

A dinâmica demográfica brasileira sofreu significativas alterações nas últimas décadas. Em 50 anos, um país de predominância rural tornou-se majoritariamente urbano, de modo que, em 2010, somente 16% dos brasileiros continuavam a residir no meio rural; desse percentual, entretanto, cerca de 48% está situado na região Nordeste (IBGE, 2010).

O acelerado e desordenado processo de urbanização pelo qual passou o Brasil resultou em grandes desafios ao setor do saneamento básico. O êxodo intenso culminou para que as políticas públicas lançadas estivessem direcionadas, exclusivamente, ao meio urbano enquanto a população rural era preterida. Dessa forma, embora as demandas urbanas também não tenham sido supridas adequadamente, no meio rural, especialmente no Nordeste brasileiro, ficou estabelecida uma realidade deficitária no que se refere ao acesso ao saneamento básico pela população.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020), apenas 22% da população rural do Brasil possui acesso a serviços eficientes de saneamento básico. Nesse sentido, tecnologias alternativas mescladas a recentes programas governamentais despontam como solução para a reversão desse cenário.

Dentre os programas implementados pelo Governo Federal ao longo dos anos, o P1MC, criado em 1999 e financiado pelo Estado a partir de 2003, merece destaque. Por meio da implantação de milhares de cisternas domiciliares em comunidades rurais do semiárido brasileiro, o P1MC contribuiu diretamente para a viabilização do acesso à água potável no meio rural, representando avanços concretos na cobertura dos serviços de abastecimento de água no Brasil.

Heller e Pádua (2016) ressaltam que cisternas para captação de águas pluviais constituem a melhor alternativa para o abastecimento de regiões com escassez hídrica. Todavia, para que cisternas sejam efetivas, seus usuários precisam ser cuidadosos em relação à sua operação e manutenção, a fim de que a água armazenada não seja contaminada. Além disso, tem-se que a água de chuva geralmente não atende ao padrão de potabilidade brasileiro, estabelecido pela Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde (MS), tornando-se indispensável a avaliação de sua qualidade para a definição do tratamento que a tornaria própria para consumo.

Muitos povoados nordestinos foram contemplados por ações do P1MC. No entanto, a necessidade de conscientização dos usuários somada aos baixos índices pluviométricos locais torna a efetividade de cisternas desafiadora e complexa. Além disso, o conhecimento acerca da qualidade da água armazenada constitui fator imprescindível para o uso adequado da água, que pode incluir fins potáveis e não potáveis.

No contexto supracitado, autores como Machado *et al.* (2021) e Silva (2017) desenvolveram pesquisas com foco na avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas, tendo em vista sua destinação para o consumo. Além disso, a qualidade da água atestada foi relacionada às técnicas de manejo adotadas pelos usuários das cisternas. Como resultados, verificou-se que, embora a água das cisternas se apresentasse imprópria para o consumo, essa era a destinação preferencial de seus usuários.

Sendo assim, o trabalho se estabelece com o objetivo de avaliar a qualidade da água das cisternas domiciliares locais, com base no padrão de potabilidade brasileiro. Nesse sentido, foram analisados parâmetros físicos, químicos e biológicos e também foram verificadas as condições das cisternas e as técnicas de manejo adotadas por seus usuários.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado na comunidade de Riacho do Pintor, pertencente ao município de Riachão das Neves-BA. Com uma área de 5.977,931km² e uma população estimada, para 2020, de 22.334 habitantes (sendo 52% considerada rural), Riachão das Neves detém uma densidade demográfica de 3,87hab/km² (IBGE, 2020).

No que se refere a aspectos climáticos, Riachão das Neves está inserido na zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado (IBGE, 2019); possui um clima caracterizado por temperatura anual média de 25,7° C e precipitação de 915 mm. O período chuvoso do município é bem definido, sendo iniciado no mês de novembro e finalizado no mês de abril (CLIMATE-DATA, 2020).

Para a realidade do saneamento municipal em Riachão das Neves, destaca-se que o índice de

atendimento da população urbana pelo abastecimento de água é de 99,96%, todavia, esse índice representa apenas 50,39% da população total do município (SNIS, 2020), indicando o déficit nas localidades rurais. Além disso, a conjuntura do abastecimento de água em Riachão das Neves é marcada pela necessidade de ampliação do sistema, exigindo, para um atendimento apropriado, um investimento superior a 11 milhões de reais (ANA, 2015). Essa carência de saneamento básico acaba por interferir diretamente na saúde local. Quando se discute doenças de veiculação hídrica, por exemplo, Riachão das Neves é o 33º município baiano em internações por diarreia, com taxa de 8,8 internações por mil habitantes (IBGE, 2016).

A mescla das informações supracitadas resultaram no presente estudo que se subdivide em duas fases: a fase da pesquisa de campo (marcada pelos métodos de observação sistemática e assistemática) e a fase da pesquisa de laboratório (em que a água coletada das cisternas de Riacho do Pintor foram avaliadas).

2.1. Pesquisa de campo

As primeiras informações recolhidas em campo foram coletadas numa visita realizada com duração média de três horas. Nesse período, o método adotado foi o da observação assistemática, onde não há influência direta do pesquisador. O objetivo consistiu em compreender o cotidiano da população de Riacho do Pintor, percebendo-se suas características sociais e culturais. Essas informações serviram de base para validação do questionário, correspondente à próxima etapa da pesquisa.

Na elaboração do questionário, optou-se por perguntas sucintas e objetivas (múltipla escolha), de maneira que qualquer adulto seja apto a respondê-las. As variáveis aqui abrangidas não diziam respeito às características organolépticas da água armazenada, mas foram classificadas em duas categorias distintas: variáveis relacionadas às características das cisternas e variáveis relacionadas às percepções e práticas do usuário das cisternas.

1 – Variáveis relacionadas às características da cisterna:

- Estado de conservação dos reservatórios;
- Dados gerais relacionados à cisterna (quantidade, área ocupada, volume, material de construção);
- Localização do reservatório com relação à residência e;
- Formas de abastecimento da cisterna.

2 – Variáveis relacionadas às percepções e práticas do usuário da cisterna:

- Número de usuários atendidos por cada cisterna;
- Grau de satisfação dos usuários;
- Participação no processo construtivo das cisternas;
- Forma de aquisição da cisterna;
- Frequência de manutenção das cisternas;
- Tipos de uso do reservatório;
- Destinos para a água armazenada;
- Utilização de outras fontes de abastecimento;
- Realização de tratamento da água armazenada;
- Resistência ao consumo da água armazenada;
- Descarte das primeiras águas e;
- Percepções quanto à interferência do consumo da água armazenada sobre a saúde local.

Depois de definidas as perguntas do questionário, foi realizada uma segunda visita que teve duração média de seis horas, sob perspectiva do método da observação sistemática. Nessa etapa, conforme aceitabilidade de cada família, foi aplicado o questionário, seguido pela coleta de água das cisternas para a avaliação de sua qualidade em laboratório.

Segundo informações da prefeitura municipal de Riachão das Neves, a comunidade de Riacho do Pintor

possui 200 propriedades, das quais 178 são residenciais. Nesse sentido, sendo considerado 15% de erro e nível de confiança de 85%, foram selecionados, aleatoriamente, representantes de 20 unidades (19 residências e 1 escola) para aplicação do questionário. A aplicação foi realizada diretamente pelo pesquisador, por meio de entrevista presencial e as respostas foram fornecidas verbalmente e registradas.

Os critérios para a seleção dos respondentes não incluíram a escolaridade. Ademais, as pessoas que responderam ao questionário, cujas identidades foram mantidas em sigilo, possuíam idades iguais ou superiores a 18 anos e utilizavam cisternas em seu cotidiano.

Destaca-se que houve somente um respondente por unidade, e esse respondente foi indicado pela própria família. Além disso, vale ressaltar que, para a aplicação do questionário, o presente trabalho foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), registro nº 53689321.3.0000.8060. Cada respondente esteve ciente do termo de consentimento livre e esclarecido.

Ainda na pesquisa de campo foram avaliados e registrados imediatamente os valores de pH, temperatura com utilização da sonda multiparâmetros Hanna modelo HI 9828 e cloro residual livre com utilização do colorímetro Del Lab modelo DLA-CL. Seguido, foi realizada a coleta de água das cisternas selecionadas, para análises em laboratório. A coleta foi realizada com base nas recomendações da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2006) e da American Public Health Association (APHA, 2017). Foram utilizados frascos estéreis de polietileno, com volumes de 200 mL para as análises microbiológicas e 1.000 mL para as análises físico-químicas. Posteriormente, os frascos foram perfeitamente vedados, identificados e acondicionados em ambientes refrigerados, com temperatura aproximada de 4°C, a fim de que as características da água fossem conservadas. Por fim, as amostras foram transportadas até o Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Oeste da Bahia, campus Reitor Edgard Santos.

Para os parâmetros físico-químicos, foram coletadas 20 amostras de água, uma para cada questionário respondido. Para a avaliação dos parâmetros microbiológicos dentre os 20 entrevistados, 14 foram selecionados aleatoriamente.

2.2. Análises físico-químicas e microbiológicas

No que se referem aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, as análises foram realizadas com base nas recomendações e metodologias da APHA (2017), sendo empregados equipamentos específicos, devidamente calibrados para a leitura de cada parâmetro (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros adotados e suas respectivas metodologias para análise

Parâmetro adotado	Metodologia adotada		Local de análise
Temperatura	Sonda multiparâmetros	-	Campo
pH	Sonda multiparâmetros	4500-H ⁺ B	Campo
Cloro Residual Livre (CRL)	Clorímetro portátil	4500-Cl	Campo
Cor Aparente	Colorímetro de bancada	2120 B	Laboratório
Turbidez	Turbidímetro de bancada	2130 B	Laboratório
Condutividade Elétrica (CE)	Condutivímetro de bancada	2510 B	Laboratório
Alcalinidade	Titulométrico	2320 B	Laboratório
Coliformes Totais (CT)	Presença/ausência	9221 D	Laboratório
<i>Escherichia coli</i> (EC)	Presença/ausência	9221 F	Laboratório

Fonte: APHA, 2017 (Adaptado pelos autores)

A análise dos parâmetros selecionados foi baseada na apresentação gráfica dos resultados, evidenciando-se todos os perfis das cisternas de Riacho do Pintor. A análise foi realizada individualmente, com os resultados apresentados em gráficos de barra para melhor visualização. Para a discussão, a média e os valores máximos

e mínimos, bem como o que esses valores representam, foram levantados.

Por fim, os valores obtidos para cada parâmetro foram comparados com os limites estabelecidos pelo padrão de potabilidade, conforme Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde. Salienta-se que, em caso do descumprimento de qualquer parâmetro aos valores máximos e mínimos permitidos pelo padrão de potabilidade, a água analisada foi considerada não-potável e, portanto, imprópria para consumo.

3. Resultados e discussão

3.1. Caracterização do manejo das cisternas

A comunidade de Riacho do Pintor é pouco esparsa, dispendo de residências que são próximas umas das outras. O número de integrantes das famílias que compõem a comunidade é variável e, para o caso das cisternas analisadas, essas famílias foram divididas em três grupos segundo o número de pessoas atendidas pelas cisternas (tabela 2).

Tabela 2 - Relação entre a quantidade de famílias e o nº de atendidos pelas cisternas em Riacho do Pintor

Nº de atendidos	Percentual de famílias correspondente (%)
01-05	63%
06-10	16%
10-15	21%

Fonte: Autor (2022)

Destaca-se que a maior parcela dentre as cisternas de Riacho do Pintor avaliadas (63%) atende a pequenos núcleos familiares, que possuem até 5 integrantes. Porém, existe um percentual considerável (21%) de cisternas destinadas a suprir as necessidades hídricas de famílias com mais de 10 pessoas.

As famílias que residem em Riacho do Pintor possuem considerável interação. Em relação ao manejo das cisternas, essas famílias buscam, por meio do conhecimento do senso comum e das percepções adquiridas pelo uso das próprias cisternas, padronizar os hábitos a fim de que os riscos de contaminação das águas armazenadas sejam minimizados. Nesse contexto, embora reconhecido que o número de integrantes é diverso, salienta-se que, para as 19 famílias entrevistadas, foi evidenciada a unanimidade em relação a dez variáveis adotadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Características unânimes identificadas nas cisternas para cada variável

Variável	Característica unânime
Período construtivo	Todos os moradores já residiam em suas casas no período em que as cisternas foram instaladas;
Forma de abastecimento das cisternas	Todas as cisternas são abastecidas exclusivamente pelas chuvas;
Grau de satisfação dos usuários	A elevada satisfação dos usuários pelas cisternas é unânime e todos dizem estar muito felizes por terem sido beneficiados com essa tecnologia.
Presença de água encanada	Todas as residências dispõem de água encanada;
Destinação da água	A água armazenada nas cisternas é destinada somente ao

armazenada	consumo (beber e cozinhar);
Resistência ao consumo	Nenhum entrevistado disse apresentar resistência ao consumo da água armazenada nas cisternas familiares;
Ocorrência de doenças	Nenhum entrevistado disse associar o consumo da água da chuva a alguma enfermidade.
Uso do reservatório	O uso do reservatório é destinado, exclusivamente, ao armazenamento da água de chuva;

Fonte: Autor (2022)

Apesar das unanimidades descritas, algumas observações precisam ser realizadas em referência à tabela 3. A partir dos diálogos com os moradores da comunidade, verificou-se que antes das cisternas serem implantadas, as formas de abastecimento humano eram desenvolvidas por meio do poço artesiano local e do Riacho, que nomeia a comunidade e que seca nos períodos de estiagem. Porém, segundo os entrevistados, essas fontes alternativas tinham sabor desagradável, provavelmente em função de um alto grau de salinidade.

Mesmo todas as residências possuindo água encanada, essa água é proveniente do poço artesiano local, que não desperta segurança para o consumo dos moradores de Riacho do Pintor e que, portanto, é destinada a fins não potáveis. Nesse sentido, como a fonte de consumo mais aceita é a água de cisternas, e nunca houve o abastecimento por caminhão-pipa nos períodos de estiagem, essa água é racionada para durar o ano inteiro, sendo inviável sua utilização para outras finalidades além do consumo.

Mesclado às similaridades supracitadas, ressalta-se que outras características (tempo de aquisição, forma de uso e volume) para as cisternas familiares se mantiveram próximas à unanimidade. Havendo uma única exceção, os entrevistados indicaram que suas cisternas possuem 16.000 L e foram adquiridas por meio do P1MC. A exceção para essas condições foi a cisterna C3, dotada de 3.000 L e adquirida por meio de recurso próprio da entrevistada.

Fugindo dos padrões encontrados para as cisternas familiares, a cisterna que abastece o colégio municipal de Riacho do Pintor (C1) apresenta algumas peculiaridades. Diferentemente das situações reportadas na tabela 4, a entrevistada do colégio afirmou que a água armazenada não é destinada ao consumo. Pela ausência de limpeza do reservatório e das áreas de captação da água de chuva, mesmo com o processo de purificação desenvolvido pelo bebedouro da escola, funcionários e estudantes não se sentem seguros para consumir a água da cisterna, que acaba sendo utilizada para a higienização dos cômodos do colégio. Dessa forma, para o consumo, os funcionários fazem revezamento, levando água das cisternas de suas residências para o abastecimento da escola.

A partir da recusa admitida pelos moradores de Riacho do Pintor em consumir a água da cisterna do colégio, variáveis como a frequência de higienização e os tipos de tratamento aplicados às águas pluviais angariam destaque para justificar o diagnóstico de qualidade da água local. Com base no padrão de potabilidade brasileiro, esse diagnóstico encontra-se representado na tabela 4. Nota-se que a avaliação de Coliformes Totais e *Escherichia coli* esteve restrita às cisternas C1-C14, escolhidas aleatoriamente.

Tabela 4 – Parâmetros de Vigilância e controle da qualidade da água para consumo de acordo com Portaria MS 888/2021

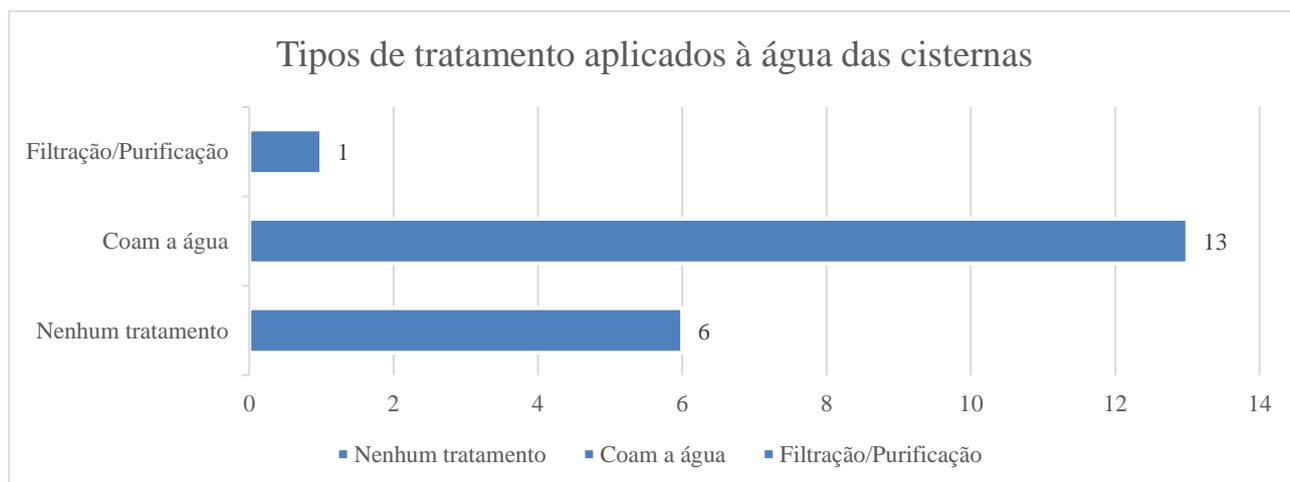
Cisterna	pH	Cor Aparente(uH)	Turbidez (NTU)	Coliformes	<i>Escherichia</i>
				Totais	<i>coli</i>
C1	8,5	10,37	0,42	Ausência	Ausência
C2	8,4	16,1	0,04	Presença	Presença

C3	6,7	9,2	0,04	Presença	Presença
C4	5,7	10	0,07	Presença	Ausência
C5	5,8	5,8	0,11	Presença	Presença
C6	5,3	17,4	0,09	Presença	Presença
C7	5,7	11,1	0,08	Presença	Ausência
C8	5,3	0	0,07	Ausência	Ausência
C9	5	0	0,49	Presença	Ausência
C10	4,2	163	26,63	Presença	Presença
C11	5,2	0	0,36	Presença	Ausência
C12	4,8	85,57	17,03	Presença	Presença
C13	5,2	0	0,04	Presença	Ausência
C14	4,5	5,2	0,04	Presença	Ausência
C15	5,1	5	0,04	-	-
C16	5	2,4	0,04	-	-
C17	4,7	0,25	1,6	-	-
C18	5,9	7,25	0,31	-	-
C19	5,7	6,45	0,08	-	-
C20	5,2	14,85	1,77	-	-

Fonte: Autor (2022)

Analisada a tabela 4, percebe-se imediatamente que a única amostra a cumprir as exigências do Ministério da Saúde para todos os parâmetros avaliados é a amostra C1, correspondente à cisterna do colégio, que não é destinada ao consumo. Mesmo sob condições de manejo inadequadas, sem a definição de uma frequência de limpeza e estando situada próxima à fossa da escola, C1 cumpriu todos os requisitos selecionados para ser considerada potável. Esse comportamento evidencia a eficiência dos processos de purificação da água promovidos pelo bebedouro industrial e enaltece a importância da realização de tratamentos da água de cisternas.

Na comunidade de Riacho do Pintor, quando excluída a cisterna do colégio, registrou-se que em 32% das cisternas avaliadas não são desenvolvidos nenhum tipo de tratamento da água captada. Em 68%, a água é coada em panos, a fim de que sólidos grosseiros, eventualmente presentes, sejam retidos (figura 1). Silva (2017) salienta que, embora as populações considerem coar a água como uma estratégia de tratamento, esta prática não tem validade técnica, podendo, inclusive, comprometer a qualidade microbiológica da água de cisternas.

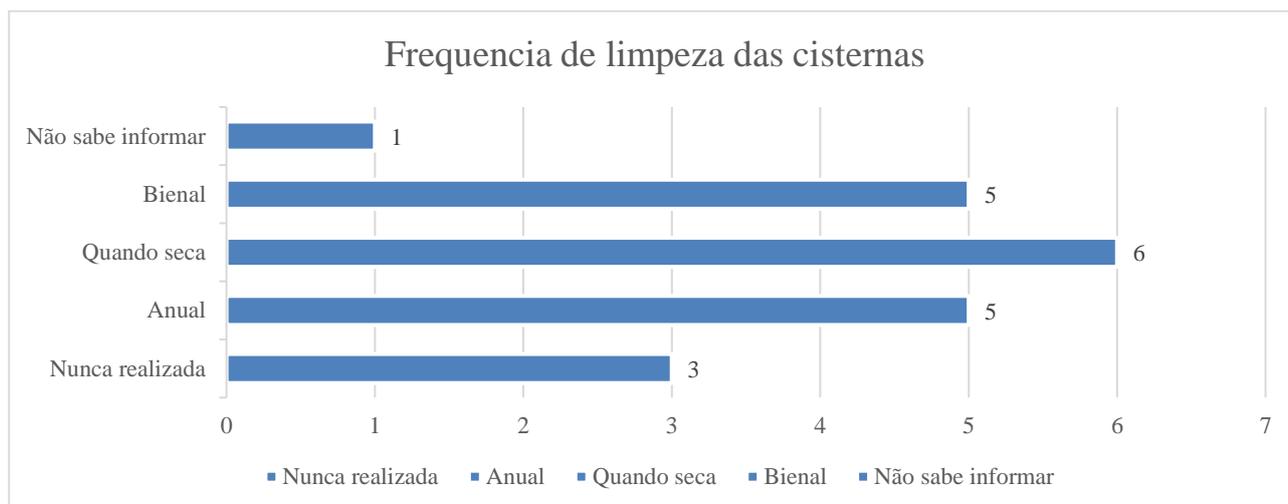
Figura 1 - Tipos de tratamento aplicados à água das cisternas em Riacho do Pintor.

Fonte: Autor (2022)

Dias (2016) enaltece a importância da realização de tratamentos nas águas armazenadas em cisternas e assume que, mesmo na presença de coliformes, processos simples de desinfecção podem ser suficientes para sua necessária adequação ao padrão de potabilidade brasileiro. Complementando essa afirmativa, Neto (2013) destaca que, apesar de reconhecida a importância dos tratamentos de água de cisternas, negligências no manejo desta tecnologia não podem ser admitidas, de modo que os usuários de cisternas permaneçam atentos em relação ao descarte das primeiras águas e à higienização dos reservatórios.

Moraes (2016) evidencia que a frequência de limpeza de cisternas demonstra-se bastante variável conforme localidade. Ao avaliar o manejo de cisternas nas zonas rurais de municípios sergipanos, verificou que, em Simão Dias (Sergipe), 54% dos reservatórios são lavados anualmente; 42% das famílias fazem a lavagem uma vez a cada 2 anos e; 4% higienizam as cisternas de 3 em 3 anos. Já em Tobias Barreto (Sergipe), constatou-se que a limpeza anual é realizada em 60% das cisternas; 5% dos reservatórios são limpos a cada 3 anos; 10% a cada 4 anos e; em 25% dos reservatórios, nunca foi realizada a limpeza.

Em relação à higienização dos reservatórios de Riacho do Pintor, tem-se que três das 20 cisternas avaliadas nunca foram limpas e nas 17 cisternas restantes foi observado que, em sua maioria, não há um período específico para a realização da limpeza (figura 2).

Figura 2 - Frequência de Limpeza das cisternas em Riacho do Pintor.

Fonte: Autor (2022)

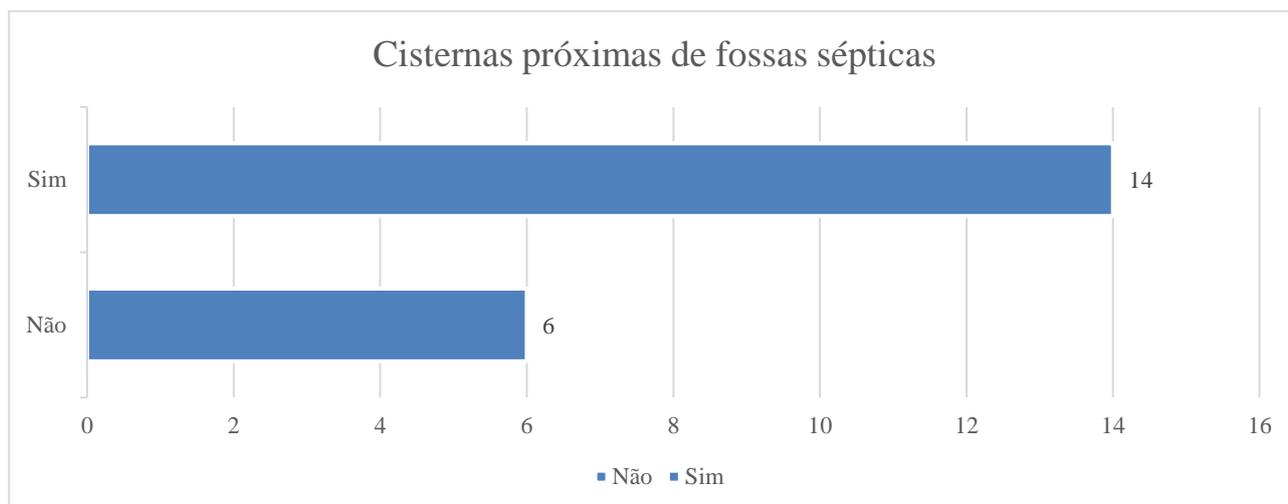
Os 5% representados na figura 2 correspondem à cisterna da escola de Riacho do Pintor, onde a pessoa entrevistada não conseguiu informar precisamente acerca da frequência de limpeza do reservatório. No que se refere às famílias entrevistadas, 30% afirmam não seguir uma periodicidade específica para a limpeza das cisternas. Ressaltam que a água de chuva é a fonte na qual sentem maior segurança para o consumo, então possuem o receio de esvaziar as cisternas para executar a higienização e acabarem ficando sem água por longos períodos de tempo. Em 25% dos casos analisados, os reservatórios são limpos anualmente e o mesmo percentual representa cisternas higienizadas a cada dois anos. Todavia, essas frequências foram definidas pela realidade de consumo de cada família: as cisternas que se esvaziam mais rapidamente são higienizadas uma vez por ano; já as cisternas de famílias que consomem menores volumes de água são limpas bienalmente.

Em 15% dos casos, os reservatórios nunca foram limpos. As justificativas para a ausência da limpeza estão atreladas à pouca idade da cisterna (C3) e à incapacidade física dos usuários para executar sua higienização (C6 e C10). Essa deficiência compromete diretamente a qualidade da água armazenada, podendo culminar no descumprimento do padrão de potabilidade pelos parâmetros físico-químicos e microbiológicos (NETO, 2013).

Quando reavaliada tabela 4, destaca-se que C10 exemplifica a necessidade de limpeza das cisternas pois compreende a situação mais crítica de qualidade da água em Riacho do Pintor. Nessa cisterna, a higienização nunca foi executada e em todos os parâmetros analisados, os limites de potabilidade foram descumpridos, sendo superados em largas faixas. O pH é o menor registrado (4,2); cor aparente e turbidez têm os maiores valores (163,00 uH e 26,63 NTU, respectivamente) e; as presenças de Coliformes Totais e *Escherichia coli* foram constatadas. Além disso, a importância da limpeza das cisternas é reafirmada na análise de C6, que também nunca foi limpa e que esteve em concordância com o padrão de potabilidade em apenas um parâmetro avaliado (turbidez).

Ao analisar o uso e funcionamento de cisternas do PIMC no semiárido baiano, Lordelo *et al.* (2017) destaca que nos cinco municípios estudados, a limpeza dos reservatórios constitui fator problemático. Foi verificado que o PIMC não contemplou a continuidade das ações após a implantação das cisternas. Tal fato, constatado também em Riacho do Pintor, resultou na falta do devido acompanhamento das famílias para que eventuais problemas, como os relacionados à limpeza dos reservatórios, fossem solucionados.

Outra variável que se mostrou problemática na maioria das residências de Riacho do Pintor diz respeito à proximidade entre cisternas e fossas sépticas. A ASA (2019) recomenda que as cisternas sejam construídas a uma distância mínima de 10 m de fossas, entretanto, a realidade da comunidade aponta que a maioria das residências não atenderam a esse distanciamento mínimo (figura 3).

Figura 3 - Percentual de cisternas próximas a fossas sépticas em Riacho do Pintor.

Fonte: Autor (2022)

Conforme figura 3, a proximidade de fossas sépticas inferior a 10 m foi percebida em 70% das cisternas avaliadas em Riacho do Pintor. Lordelo *et al.* (2017) relata que a água das cisternas pode ser contaminada quando próxima de fossas ou esgotos a céu aberto e essa informação é evidenciada por Amorim e Porto (2001) quando analisaram o manejo e a qualidade da água de cisternas em Petrolina-PE. Os resultados obtidos pelos autores apontaram que, em 100% dos casos em que cisternas estavam próximas de fossas, foi confirmada a presença de Coliformes Totais. Em Riacho do Pintor, esse percentual corresponde a 81,82% das cisternas para Coliformes Totais e 45,45% para *Escherichia coli*.

Embora reconhecida a relação entre a proximidade de cisternas e fossas e os riscos de contaminação da água, em Riacho do Pintor foi verificado que, mesmo nas cisternas em que os 10 m de distanciamento foram respeitados, foi comprovada a presença de Coliformes Totais. Este resultado pode ser atribuído a condicionantes não abarcadas no questionário, mas que foram observadas em campo, como a retirada da água da cisterna.

Silva, Parelo e Moraes (2014) relatam que a retirada e o transporte de água com o auxílio de material inapropriado (latas e baldes não higienizados) pode favorecer a contaminação da água armazenada, uma vez que propiciam a introdução de microrganismos na cisterna. Além disso, quando se realiza a transferência de água entre reservatórios, os riscos de redução da qualidade dessa água se elevam, pois são inseridas novas fontes de contaminação.

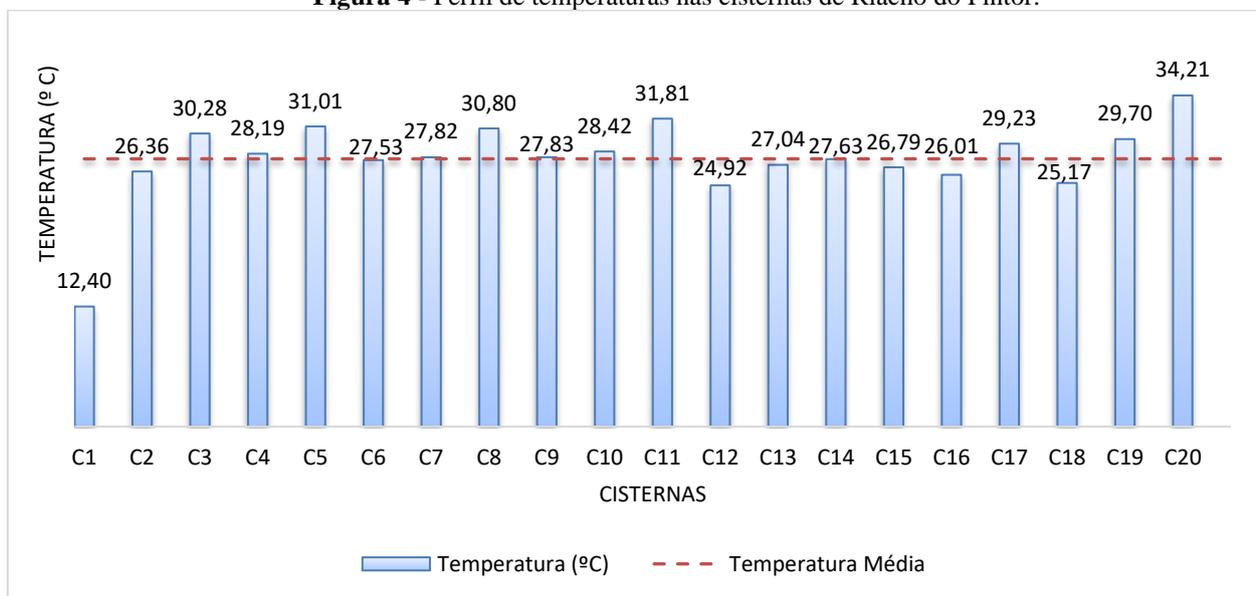
A hipótese de que a forma de retirada da água tem interferido em sua qualidade nas cisternas de Riacho do Pintor, é fortalecida quando retomados os diagnósticos das amostras C2 e C12 da tabela 4. Para estas, foram relatados hábitos apropriados em relação ao manejo das cisternas, com o descarte das primeiras águas e a execução da limpeza. Entretanto, mesmo para os parâmetros físico-químicos analisados, o padrão de potabilidade brasileiro foi descumprido.

Em C2, observou-se que a água de chuva é encaminhada da cisterna para outros três reservatórios menores, a fim de facilitar novas retiradas. Em C12, os recipientes utilizados para a coleta da água não se demonstraram tão apropriados para a atividade, pois incluíam garrafas que, aparentemente, não estavam adequadamente higienizadas. Silva (2017) reporta que mais de 90% da população rural brasileira realiza a retirada da água de cisternas com o auxílio de balde. Nesse contexto, apesar dos baldes estarem aparentemente limpos, acabam conferindo riscos de contaminação à água. Sendo assim, presume-se que os processos de transferência e retirada da água podem ter comprometido sua qualidade nas cisternas de Riacho do Pintor.

3.2. Qualidade da água das cisternas

Os parâmetros físico-químicos analisados indicaram, para a grande maioria das cisternas, características semelhantes em relação às águas armazenadas. No que se refere aos parâmetros mensurados in loco, tem-se que o cloro residual livre não foi detectado, uma vez que nenhuma solução com cloro era adicionada nas cisternas como agente desinfetante. Para a temperatura, os perfis registrados nas cisternas de Riacho do Pintor encontram-se representados na figura 4.

Figura 4 - Perfil de temperaturas nas cisternas de Riacho do Pintor.



Fonte: Autor (2022)

A temperatura está vinculada à energia cinética das moléculas de um corpo, de modo que seu gradiente constitui o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio (BRASIL, 2006). Embora não seja citada como parâmetro de potabilidade pelo Ministério da Saúde, Machado *et al.* (2021) apontam que a temperatura deve ser destacada nas análises de água, já que interfere na maioria dos processos que ocorrem no meio aquático.

Pela figura 4, verifica-se que as temperaturas das cisternas de Riacho do Pintor são compatíveis com a estação do ano (outono) em que foram realizadas as coletas. A média das temperaturas foi de 27,66° C e, à exceção da amostra C1, cuja coleta foi executada na saída de um bebedouro, que refrigerava a água para o consumo, em todas as amostras os valores mantiveram-se próximos dos 30° C, admitida uma margem de diferença de 5 °C.

No que se refere às discrepâncias entre as temperaturas das cisternas analisadas, a maior delas foi constatada entre as amostras C20 (34,21 °C) e C18 (25,18 °C), representando uma diferença de 9,03 °C. Essa diferença, por sua vez, pode ser justificada pelo fato de algumas cisternas estarem expostas diretamente ao sol, enquanto outras permaneciam protegidas sob as sombras de árvores ou de coberturas construídas especificamente para a preservação dos reservatórios.

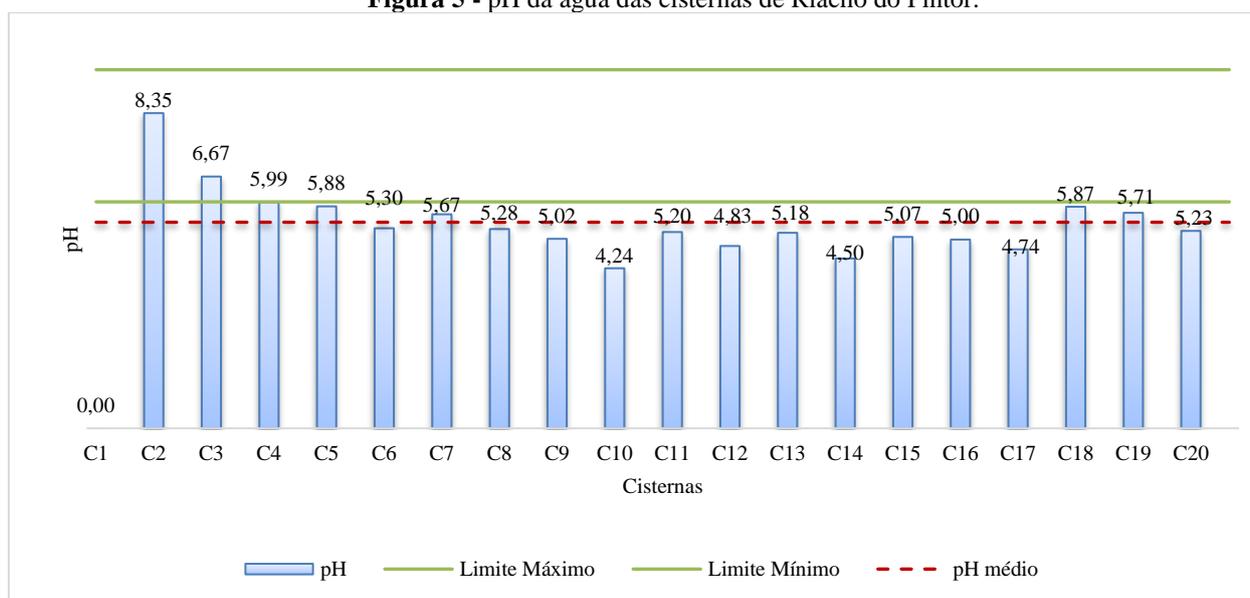
Baixas variações de temperatura foram percebidas também por Machado *et al.* (2021) ao analisarem parâmetros de qualidade da água de cisternas no semiárido paraibano. Ademais, temperaturas elevadas foram relatadas por Moura *et al.* (2019) quando avaliaram a qualidade da água de cisternas do município de São Domingos-BA.

Para Moura *et al.* (2019), é relevante salientar que altas temperaturas, como no presente trabalho, podem favorecer à migração de substâncias da matriz polimérica das cisternas para a água armazenada, podendo comprometer diretamente a sua qualidade. Nesse sentido, o controle da temperatura deve contribuir para uma maior qualidade da água de cisternas.

Quanto ao pH, tem-se que o mesmo define a intensidade das condições ácidas e alcalinas do meio líquido. O pH influencia diretamente na distribuição de compostos químicos e no grau de solubilidade das substâncias, devendo ser mantido em faixas que possibilitem o uso da água para o qual ela seria destinada (BRASIL, 2006).

No caso do consumo humano, o padrão de potabilidade brasileiro estabelece, para o pH, os limites mínimo e máximo de 6,0 e 9,5, respectivamente (BRASIL, 2021). No presente trabalho, conforme figura 5, tem-se que em 85% das amostras analisadas, correspondente a 17 cisternas, o pH esteve abaixo do limite mínimo, sendo indicativo de uma água não potável e que tende a ser ácida. Nesse caso, Lima & Santos (2017) apontam como possível justificativa as condições higiênico-sanitárias das cisternas, admitindo que a limpeza deficiente do reservatório pode culminar na presença de matéria orgânica ácida na água, reduzindo seu pH. Além disso, Silva (2006) ressalta que águas pluviais possuem valores de pH relativamente baixos, podendo ser encontrados valores menores que 5,0.

Figura 5 - pH da água das cisternas de Riacho do Pintor.



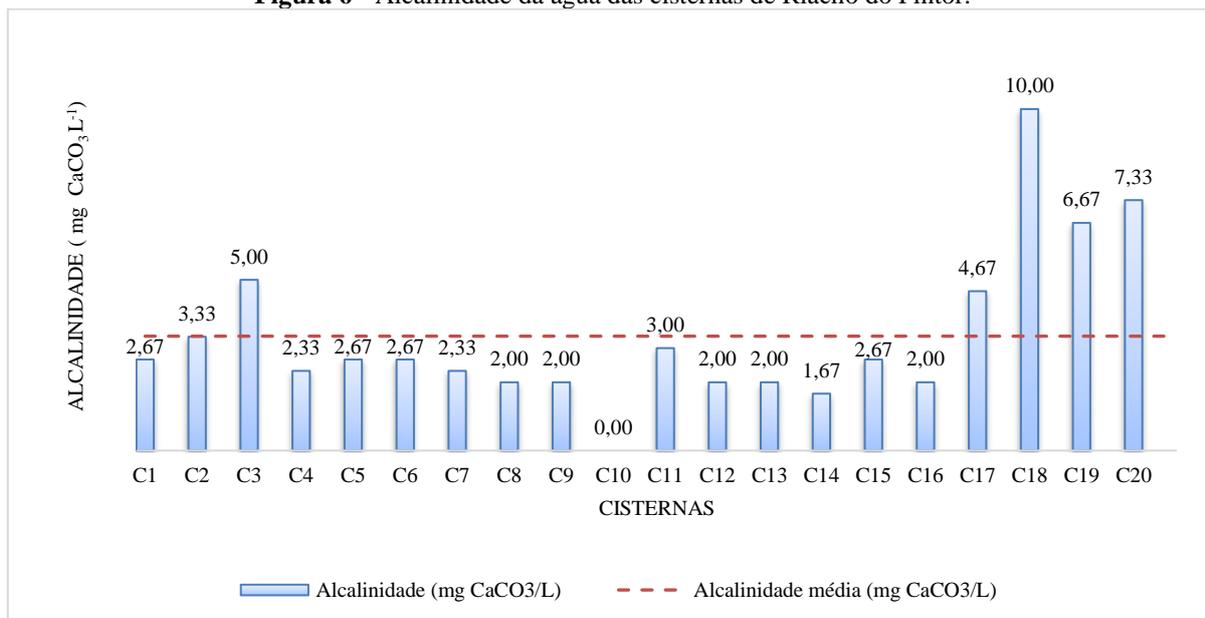
Fonte: Autor (2022)

Autores como Cavalcante (2014) e Moura *et al.* (2019) destacam que baixos valores de pH interferem nos processos de lixiviação do material das cisternas, colaborando para uma redução da qualidade da água armazenada. Do ponto de vista do consumo, entretanto, os valores de pH isoladamente não têm repercussões diretas sobre a saúde do usuário. Contudo, quando consumidas águas com valores de pH abaixo de 4, irritações cutâneas e oculares podem ser desencadeadas, tornando indispensável a correção desse parâmetro, para que o mesmo se adeque ao padrão de potabilidade brasileiro, de modo que a saúde do usuário seja preservada (APDA, 2013).

Partindo-se para os parâmetros físico-químicos que foram analisados em laboratório, tem-se que alcalinidade e condutividade elétrica constituem parâmetros cujo padrão de potabilidade brasileiro não define limites. A alcalinidade permite a mensuração da capacidade da água de neutralizar os ácidos existentes, estando relacionada à presença de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (Sperling, 2005). Já a condutividade elétrica diz respeito à capacidade da água de conduzir corrente de eletricidade em função da presença de sais dissolvidos, representando uma medida indireta da concentração de poluentes na água (Dias, 2016).

Por meio da representação dos perfis de alcalinidade (figura 6), verifica-se que os valores mensurados foram relativamente baixos para as cisternas de Riacho do Pintor, sendo alcançada uma média de 3,35 mg/L de CaCO₃. Além disso, salienta-se que a amostra C10, que também demonstrou o menor pH, não apresentou alcalinidade. Em suma, esses resultados indicam, além da baixa resistência às alterações de pH, que as cisternas possuem baixa capacidade de neutralizar os ácidos presentes na água (Carvalho & Silva, 2014).

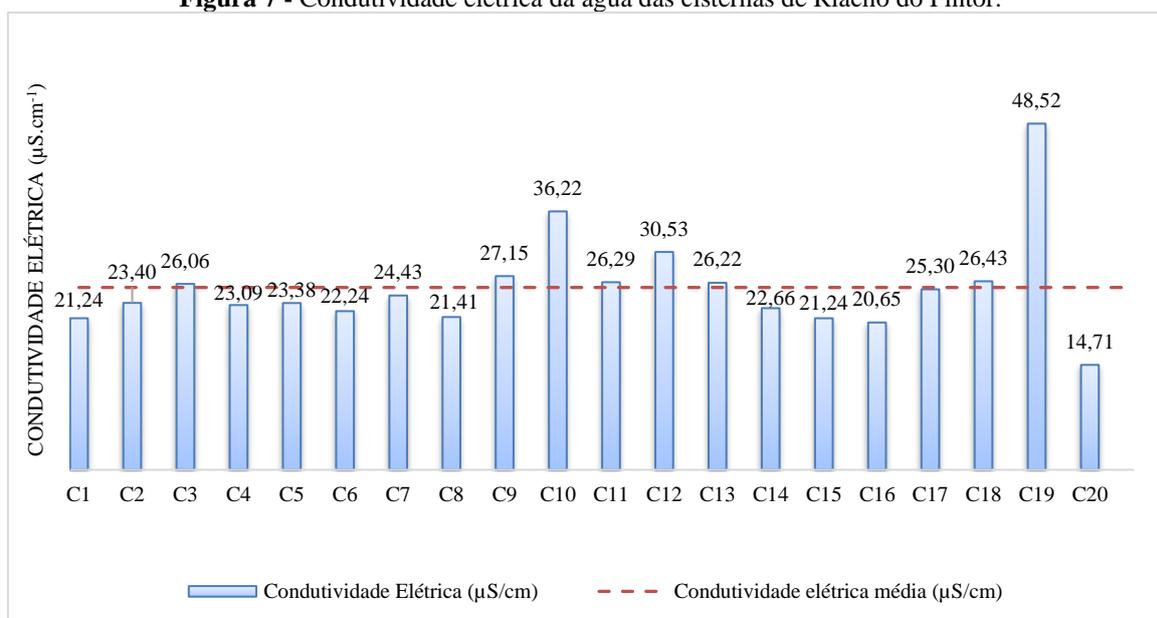
Figura 6 - Alcalinidade da água das cisternas de Riacho do Pintor.



Quando analisados trabalhos com resultados mais similares aos que foram encontrados em Riacho do Pintor, Dias (2016) ressalta que cisternas podem apresentar comportamentos distintos para a alcalinidade. Nesse sentido, os materiais constituintes das cisternas e o tempo de armazenamento da água emergem como potenciais condicionantes para a variação dos valores de alcalinidade. Contribuindo com essa conclusão, um estudo desenvolvido por Jaques (2005), que visava monitorar a qualidade da água de reservatórios plásticos em Santa Catarina, encontrou uma alcalinidade média de 3,62 mg.L⁻¹ de CaCO₃. Esse valor, por sua vez, foi justificado pelo tipo de material utilizado na construção dos reservatórios (o mesmo do presente estudo), culminando para a manutenção da alcalinidade em valores característicos da água de chuva.

Para a condutividade elétrica (figura 7), também foram notados valores relativamente baixos nas águas das cisternas de Riacho do Pintor. A média esteve situada em 25,56 μS.cm⁻¹ e, mesmo quando analisado o valor máximo, obteve-se uma CE de 48,56 μS.cm⁻¹.

Figura 7 - Condutividade elétrica da água das cisternas de Riacho do Pintor.

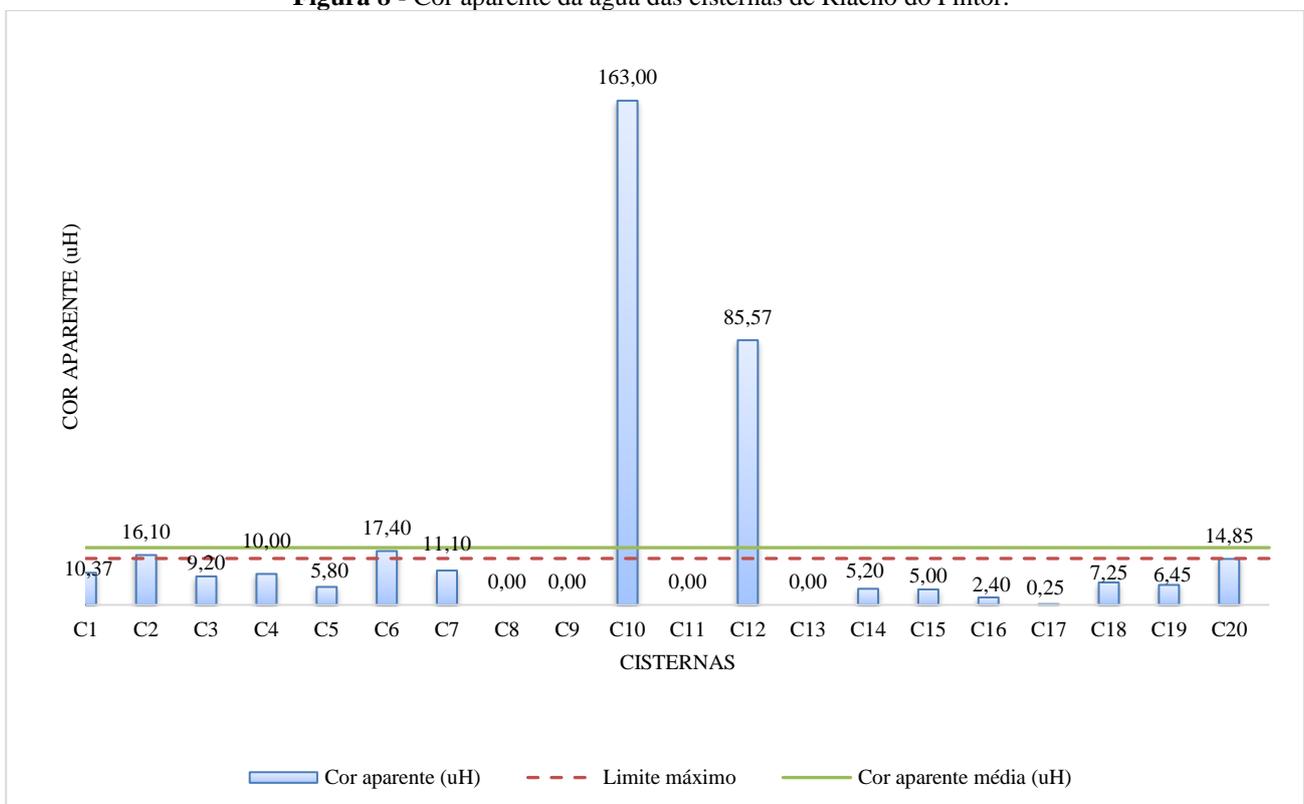


Ao avaliar a qualidade da água de cisternas de polietileno em Santa Catarina, Jaques (2005) atingiu valores próximos dos que foram encontrados no presente estudo, constatada uma CE média de $29,70 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Segundo ele, níveis superiores a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ sinalizam ambientes impactados pela elevada concentração de sais.

Embora o Ministério da Saúde não estabeleça limites para alcalinidade e CE, para outros parâmetros físico-químicos são definidos valores máximos permitidos que, quando descumpridos, caracterizam água não potável. Cor aparente e turbidez são exemplos desses parâmetros.

No caso de cor aparente, o padrão de potabilidade brasileiro estabelece, para que a água seja considerada própria para consumo, o limite máximo de 15 uH. Sendo assim, conforme figura 8, tem-se que em 80% das amostras, correspondente a 16 cisternas, foram cumpridas as exigências do Ministério da Saúde para este parâmetro. Das quatro cisternas em desconformidade com o padrão de potabilidade, entretanto, destaca-se que em duas delas, C10 e C12, o limite máximo de cor aparente foi superado em pelo menos cinco vezes, indicando-se a necessidade de melhorias nas condições de armazenamento da água, com destaque para a limpeza do reservatório.

Figura 8 - Cor aparente da água das cisternas de Riacho do Pintor.



Fonte: Autor (2022)

Casali (2008) enaltece que a cor aparente é um indicador eficiente da presença de material suspenso/dissolvido na água armazenada. Por essa razão, quando a finalidade é o consumo, suas concentrações devem ser minimizadas, a fim de que a probabilidade do desenvolvimento de microrganismos patogênicos seja diluída. Nesse contexto, Neto (2013) sugere que o desvio do primeiro milímetro de chuva propicia a remoção substancial de poluentes das cisternas, ficando reduzida a concentração de cor aparente da água.

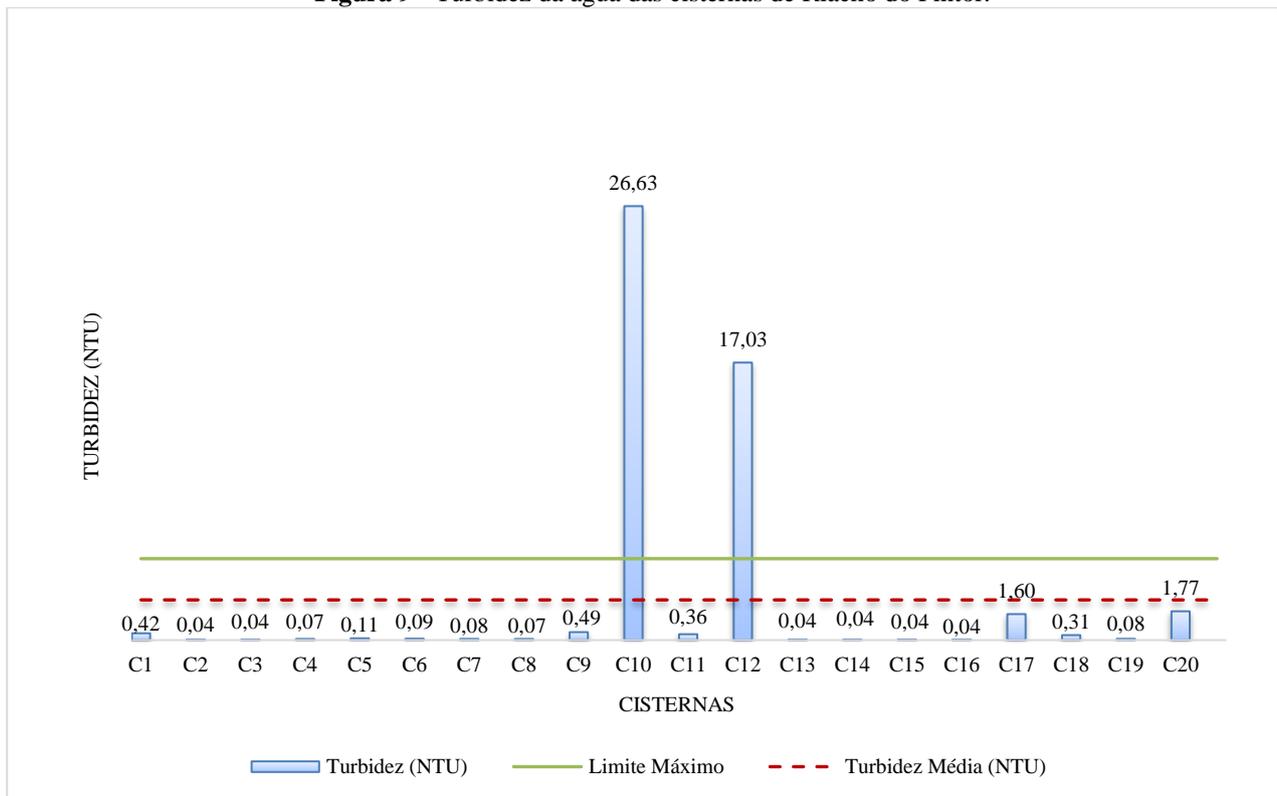
Em trabalhos desenvolvidos por Lima e Santos (2017), 7,5% das cisternas avaliadas apresentaram valores insatisfatórios para cor aparente. Quando as análises se restringem a cisternas de polietileno, Machado *et al.* (2021) ressaltam que cor aparente correspondeu a um dos parâmetros que não estavam em conformidade com as exigências do Ministério da Saúde. Esse comportamento é atribuído à falta de limpeza das superfícies

de captação das águas pluviais e das próprias cisternas e pode estar associada à presença de sólidos dissolvidos, especialmente de matéria orgânica e inorgânica em solução, que, por sua vez, alteram outras características organolépticas da água.

Quando analisada a turbidez, tem-se que a mesma pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem de luz por um líquido (BRASIL, 2006). Sperling (2005) relaciona a turbidez à presença de material suspenso que, por sua vez, pode servir de abrigo a microrganismos patogênicos, comprometendo a qualidade da água analisada.

O padrão de potabilidade brasileiro estabelece para a turbidez um limite de 5,0 NTU. Dessa forma, pela figura 9, constata-se que, em Riacho do Pintor, 90% das amostras estiveram em conformidade com as exigências do Ministério da Saúde. As duas amostras (C10 e C12) que descumpriram o limite para a turbidez, contudo, superaram o valor máximo permitido em, pelo menos, três vezes, sendo encontrados valores de 17,03 NTU para C12 e 26,63 NTU para C10.

Figura 9 - Turbidez da água das cisternas de Riacho do Pintor.



Fonte: Autor (2022)

Machado *et al.* (2021) e Morais *et al.* (2018) sugerem que altos valores de turbidez, como nos casos de C10 e C12, podem se relacionar à ausência de limpeza do sistema de captação das águas pluviais, ocasionando o carreamento de sólidos sedimentados no telhado para a cisterna. Além disso, outras possíveis justificativas para valores elevados de turbidez correspondem à limpeza deficiente do próprio reservatório e à falta do desvio da água das primeiras chuvas. Ferreira (2008) e Silva *et al.* (2020) alertam que valores elevados de turbidez comprometem a eficiência do processo de desinfecção da água armazenada.

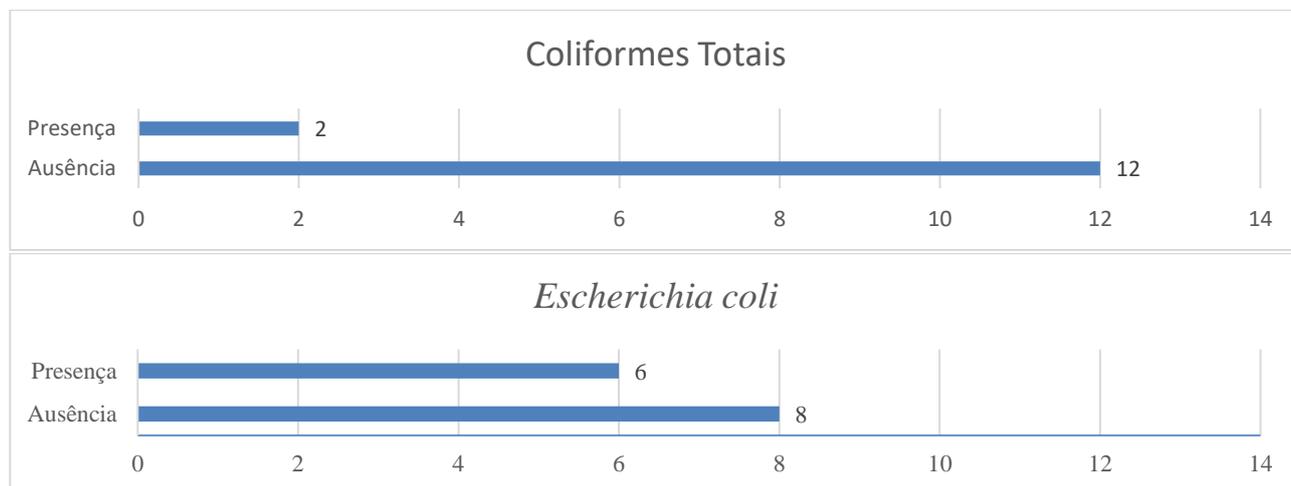
Estudos desenvolvidos por Carvalho e Silva (2014) e Morais *et al.* (2018), na avaliação da qualidade da água de cisternas do semiárido brasileiro, verificaram que, em 100% das cisternas analisadas, as exigências do Ministério da Saúde para turbidez foram cumpridas. Os autores atribuem esse fato à limpeza eficiente das cisternas bem como à possibilidade de as partículas sólidas estarem depositadas no fundo do reservatório.

No caso das cisternas avaliadas por Dias (2016), foi relatado que, em cinco das dezenove amostras, o padrão de potabilidade não foi cumprido para a turbidez. Essa situação foi justificada pela idade das cisternas,

pela ausência de limpeza na parte interna e pela falta do desvio das primeiras chuvas.

Partindo-se para a caracterização microbiológica da água armazenada nas cisternas de Riacho do Pintor, Coliformes Totais e *Escherichia coli* foram adotados como os parâmetros de análise por estarem associados à presença de microrganismos patogênicos que podem levar um indivíduo à morte (Silva *et al.*, 2020). Mesmo não sendo realizada sua quantificação, Coliformes Totais e *Escherichia coli* têm sua ausência como um dos critérios de potabilidade definidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). Nesse sentido, os resultados microbiológicos monitorados em Riacho do Pintor encontram-se representados na figura 10.

Figura 10 - Percentuais de presença/ausência dos parâmetros microbiológicos nas cisternas de Riacho do Pintor.



Fonte: Autor (2022)

Verifica-se que, em 86% das amostras analisadas (12 entre 14 cisternas) foi constatada a presença de Coliformes Totais. Além disso, destaca-se que, das duas amostras nas quais foram percebidas a ausência de Coliformes Totais, uma corresponde à água coletada no bebedouro, já submetida a processos de filtração e purificação. Quando analisados os dados de *Escherichia coli*, a presença desses microrganismos foi comprovada em 43% das amostras avaliadas, equivalente a 6 cisternas (SILVA *et al.*, 2020).

Silva, Heller e Carneiro (2012) salientam que em diversos trabalhos com cisternas, a qualidade microbiológica da água é incompatível com o padrão de potabilidade brasileiro. No estudo desenvolvido por Souza (2011) em cisternas do estado de Pernambuco, por exemplo, verificou-se que 100% das amostras apresentavam presença de Coliformes Totais. Nesse contexto, Neto (2003), ao buscar diversas referências relacionadas à qualidade da água de cisternas domiciliares, concluiu que a água de chuva armazenada em cisternas geralmente atende ao padrão de potabilidade pelos parâmetros físico-químicos, mas, frequentemente, não atende ao mesmo padrão quando considerados os parâmetros microbiológicos.

Em consonância com os estudos supracitados acerca das características da água de cisternas, Silva, Parelo e Moraes (2014) enumeraram fatores intervenientes à qualidade microbiológica da água, buscando justificativas para a não-potabilidade frequentemente constatada. Dentre as hipóteses elencadas, angariam destaque aquelas relacionadas às condições de manejo das cisternas: Ausência de limpeza ou limpeza deficiente das superfícies de captação; Ausência de telas de proteção de calhas; Não realização de descarte das primeiras águas; Ausência de limpeza ou limpeza deficiente do reservatório; Higienização inadequada de baldes e demais recipientes utilizados na coleta de água; Presença de vegetação próxima à área de captação e ao reservatório; Proximidade entre o reservatório e fossas sépticas; Falta do tratamento de água.

Em suma, reconhecidas as variáveis supracitadas, percebe-se que o conhecimento acerca das condições de manejo das cisternas torna-se indispensável para a compreensão do diagnóstico da qualidade da água armazenada. Silva, Heller e Carneiro (2012) afirmam que hábitos entre as famílias que dispõem das cisternas, principalmente relacionados à falta de limpeza, comprometem a eficácia dessa tecnologia e indicam que a

educação de seus usuários deve ser fator primordial.

4. Conclusão

As cisternas compreendem tecnologias para a captação de águas pluviais que, quando geridas adequadamente, são capazes de suprir as necessidades hídricas de regiões marcadas pela escassez. Se reconhece, porém, que a efetividade de cisternas está diretamente relacionada à qualidade da água armazenada. Quando considerado o objetivo primordial do consumo, tem-se que em Riachão das Neves – BA, na comunidade de Riacho do Pintor, dentre as vinte cisternas analisadas, apenas uma esteve em concordância com o padrão de potabilidade brasileiro. Nas 19 cisternas restantes, ao menos um parâmetro selecionado descumpriu os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

A qualidade da água de cisternas está vinculada a duas condicionantes fundamentais: as características naturais da água e às técnicas de manejo das cisternas. Para a primeira condicionante, o parâmetro mais influenciado, em Riacho do Pintor, foi o pH, uma vez que a água de chuva se demonstra, naturalmente, mais ácida e, quando armazenada em reservatórios de polietileno, essa característica tende a ser mantida. No que tange à segunda condicionante, variáveis como a frequência de limpeza dos reservatórios, a proximidade entre cisternas e fossas sépticas, o tratamento empregado à água de chuva e a forma de retirada da água dos reservatórios apresentaram-se críticas.

Em função do manejo inadequado, a qualidade microbiológica da água das cisternas de Riacho do Pintor esteve em desacordo com o padrão de potabilidade brasileiro em 85,71% dos casos. Além disso, a limpeza deficiente, a forma de retirada da água e a ausência de tratamentos eficazes para a água de chuva interferiram, diretamente, nas características físico-químicas da água, resultando numa qualidade reduzida e que coloca em risco a saúde de quem a consome.

Diante desse cenário, marcado pelo manejo inadequado das cisternas e pela qualidade da água armazenada incompatível com seu uso, ressalta-se que é imprescindível a adoção de medidas de conscientização para que as cisternas atinjam os resultados esperados. A implementação de medidas sanitárias e a instrução dos moradores de Riacho do Pintor em relação ao manejo apropriado, podem ser capazes de reverter esse quadro, elevando a qualidade da água das cisternas e possibilitando sua adequação ao padrão de potabilidade brasileiro.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Riachão das Neves e à comunidade de Riacho do Pintor pela disponibilidade para desenvolvimento da presente pesquisa.

6. Referências

Amorim, M. C.; Porto, E. R. (2001). Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no Município de Petrolina. **Anais do Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-árido**, Petrolina-PE.

ANA. Atlas – Agência Nacional de Águas. Água e Esgoto. Aplicativo para Android. 2015.

APHA. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**, 23rd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC, 2017.

APDA. Comissão Especializada de Qualidade da Água. 09/07/2013. Disponível em: <https://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201311151218-ft_qi_17_ph.pdf>.

ASA, 20 ANOS. Ações - P1MC. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>, acesso em 09/12/2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2020. Disponível em <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>, acesso em 09/04/2022.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília-DF, 2006.

Casali, C. A. (2008). **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria-RS.

Cavalcante, R. (2014). Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté.

Carvalho, L. A., Silva, D. D. (2014). Avaliação da qualidade de águas de cisternas da zona rural e urbana da cidade de Cuité – PB. **Educação Ciência e Saúde.**, 1 (1).

CLIMATE-DATA. Clima – Riachão das Neves (Brasil). Disponível em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/riachao-das-neves-42806/>, acesso em 25/07/2021.

Dias, J. T. (2016). Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de placas e de polietileno no agreste paraibano. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para a obtenção do grau de mestre. João Pessoa-PB.

EMBRAPA. Saneamento Básico Rural. Disponível em <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>, acesso em 15/07/2020.

Ferreira, W. B. (2008). **Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano em comunidades difusas: monitoramento e controle de qualidade da água**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química. Campina Grande-PB.

FUNASA. (2006). **Manual de Saneamento**. Orientações Técnicas. Engenharia de Saúde Pública. Ministério da Saúde. Brasília.

Heller, L; Pádua, V. L. (2016). Abastecimento de Água para Consumo Humano. 3ª edição. Volume 01, editora UFMG. Belo Horizonte.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/236U4>>.

IBGE. Brasil. Bahia. Riachão das Neves. Panorama. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/riachao-das-neves/panorama>.

Jaques, R. C. (2005). **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental. Florianópolis-SC.

- Lima, D. O. S., SANTOS, J. S. (2017). Qualidade da água de cisternas usadas pelas famílias do distrito de Novo Paraíso, Jacobina-BA. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, 14 (26),.
- Lordelo, L. M. K., Borja, P. C., Porsani, M. J., Moraes, L. R. S., Orrico, S. R. M. (2017). Avaliação do uso e funcionamento das cisternas do PIMC – um estudo no semiárido baiano. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, 5 (2), 107-121.
- Machado, T. T. V., Dias, J. T., Filho, A. C. A., Gadelha, C. L. M., Silva, T. C. (2021). Avaliação da qualidade de águas de chuva armazenadas em cisternas de placas e de polietileno em um município do semiárido do estado da Paraíba. **Eng Sanit Ambient**, 26 (1), 151-158.
- Moura, T. O., Santana, F. O., Campos, V. P. Oliveira, I. B, Medeiros, Y. D. P. (2019). Inorganic and organic contaminants in drinking water stored in polyethylene cisterns. **Food Chemistry**, 273, 41-51.
- Morais, G. F. O., Vasco, A. N., Brito, F. B., Santos, N. A. (2018). Qualidade da Água de Cisternas em Comunidades Rurais do Semiárido de Sergipe. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 14 (7), Curitiba.
- Neto, C. O. A. (2013). Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, 1 (1), 073-086.
- Neto, C. O. A. (2003). **Segurança sanitária das águas de cisternas rurais. In: Simpósio brasileiro de captação de água de chuva**, 4., Juazeiro, BA.
- Silva, A. R. (2017). **Cisternas para abastecimento humano de água e fatores intervenientes do seu uso e funcionamento: um estudo no semiárido baiano**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento. Salvador.
- Silva, C. V., Heller, L., Carneiro, M. (2012). Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo da área rural do semiárido de Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, 17 (4).
- Silva, C. V. (2006). **Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: araçuaí, mg**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte-MG..
- Silva, J. P., Bezerra, C. E., Ribeiro, A. A. (2020). Avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas no semiárido cearense. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, 14(1) 27-35.
- Silva, N. M. D., Parelo, L. W., Moraes, L. R. S. (2014). Qualidade microbiológica da água de chuva armazenada em cisternas na área rural de Inhambupe, no semiárido baiano, e seus fatores intervenientes. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, 2 (1), 172-187.
- Sperling, M. V. (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º ed. Belo Horizonte: UFMG.
- Souza, S. H. B.; Montenegro, S. M. G.L.; Santos, S. M.; Pessoa, S. G. S. (2011). Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 16 (3), 81-931.