

Caracterização e avaliação da potabilidade das águas armazenadas em cisternas da zona rural de Tauá-CE

Characterization and evaluation of the potability of water stored in cisterns in the rural area of Tauá-CE

Caracterización y evaluación de la potabilidad del agua almacenada en cisternas en el área rural de Tauá-CE

Recebido: 30/11/2020 | Revisado: 06/12/2020 | Aceito: 10/12/2020 | Publicado: 13/12/2020

Claudemir Carlos Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5816-5874>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: claudemir.almeida@aluno.uece.br

Francisco Idelbrando Lima Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4891-4883>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: francisco.idelbrando@aluno.uece.br

José da Mota Sobreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6155-2480>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: jmotinha@yahoo.com.br

Franciglauber Silva Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4261-4812>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: glauber.bezerra@uece.br

Luisa Célia Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0833-5425>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: celia.melo@uece.br

Resumo

A água, por ser um recurso natural precioso e necessário para a existência do homem, torna-se objeto de estudo frequente nos laboratórios de todo o mundo. No nordeste brasileiro, especificamente na zona rural, a água consumida pelas comunidades geralmente é proveniente

de chuva e armazenada em cisternas. Para o consumo humano, se faz necessária uma avaliação da qualidade desta água. Os padrões de potabilidade da água são regulados pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. O consumo de água com indicadores de qualidade fora dos parâmetros estabelecidos pela legislação pode levar a ocorrência de doenças, tais como diarreia, cólera, hepatite, entre outras. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização das águas das cisternas e seu potencial de potabilidade. As amostras de águas foram submetidas a testes e observou-se que os parâmetros microbiológicos estavam inapropriados para consumo humano, pois 88% das amostras apresentaram contaminação microbiológica com presença de *Escherichia coli*, e apenas 12% do total de cisternas analisadas mostraram qualidade adequada para potabilidade.

Palavras-chave: Água potável; Cisternas; Zona rural.

Abstract

Water, as a precious and necessary natural resource for the human existence, is subject of frequent study in laboratories all over the world. In the northeast of Brazil, specifically in the rural area, the water consumed by the communities usually comes from the rains and is stored in cisterns. A quality potability assessment of that water is necessary for human consumption. The water potability standards are regulated by Ordinance 2,914 / 2011 of the Ministry of Health. Consumption of water with quality indicators outside the parameters established by law can lead to diseases such as diarrhea, cholera, hepatitis, among others. In this context, the objective of this work was to characterize the waters of the cisterns as well as the potability patterns of these waters. Observed that the microbiological parameters were inappropriate for human consumption, since 88% of the samples presented microbiological contamination with the presence of *Escherichia coli* and only 12% of the total of cisterns analyzed showed adequate quality for potability.

Keywords: Drinking water; Cisterns; Countryside.

Resumen

El agua, al ser un recurso natural precioso y necesario para la existencia del hombre, se convierte en objeto de frecuentes estudios en los laboratorios de todo el mundo. En el noreste de Brasil, específicamente en la zona rural, el agua que consumen las comunidades suele ser de lluvia y se almacena en cisternas. Para consumo humano, es necesaria una evaluación de la calidad de potabilidad de esta agua. Los estándares de potabilidad del agua están regulados por la Ordenanza 2.914 / 2011 del Ministerio de Salud. El consumo de agua con indicadores

de calidad fuera de los parámetros establecidos por la legislación, puede conducir a la ocurrencia de enfermedades, como diarrea, cólera, hepatitis, entre otras. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar las aguas de las cisternas así como los patrones de potabilidad de estas aguas. Se observó que los parámetros microbiológicos eran inapropiados para el consumo humano, ya que el 88% de las muestras presentaron contaminación microbiológica con la presencia de *Escherichia coli*, y solo 12 El% del total de cisternas analizadas mostró calidad adecuada para beber.

Palabra clave: Agua potable; Cisternas; Campo.

1. Introdução

A água é um recurso natural precioso e necessário para a existência do homem. O uso desordenado, bem como a falta de cuidado no que diz respeito à contaminação por parte de efluentes industriais e residenciais, tem afetado a qualidade da água, comprometendo diretamente o meio ambiente e a saúde do homem. Tais fatos fazem da água um objeto de estudo necessário e frequente nos laboratórios de todo o mundo.

Na região Nordeste do Brasil, muitas tecnologias sociais são desenvolvidas e aperfeiçoadas para fortificar o convívio com as secas ocorrentes. Nesse aspecto, tecnologias sociais são entendidas como práticas replicáveis que possam ser desenvolvidas em comunidades – e não em casos isolados – em interação com os sujeitos e que sejam fatores impulsivos na solução de problemas sociais (Costa; Jesus, 2013).

As cisternas têm demonstrado uma força potencial no convívio da população nordestina com a seca, principalmente na zona rural. Por conta disso, grande é o número de residências que possuem cisternas com água da chuva, que são usadas especialmente para consumo humano. Para tal, a água deve atender a algumas exigências que definem seu padrão de potabilidade.

A Portaria Nº 2.914 do Ministério da Saúde de 12/12/2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água e sobre seu padrão de potabilidade (Brasil, 2011). Tal Portaria estabelece o valor máximo permitido (VMP), que, quando alterado, pode levar à ocorrência de doenças com níveis de gravidade elevados, tais como diarreia, cólera, hepatite (Souza et al., 2016) etc.

Os Indicadores de Qualidade da Água (IQA) são estabelecidos pelos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Para avaliação dos parâmetros bacteriológicos, deve ser analisada a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Para garantir a potabilidade da

água para consumo humano, deve-se, em uma amostra de 100 mL, apresentar ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli*, pelo que é estabelecido no Art. 27 da Portaria 2.914/2011 (Brasil, 2011). Os parâmetros físico-químicos da água são indicadores representativos de sua qualidade, não apresentando uma ameaça à saúde nos níveis normais encontrados nas fontes de água (Kulinkina et al., 2017). Para determinar este parâmetro, grande é o número de ensaios com determinação de substâncias diferentes e avaliação de características distintas. Alguns deles são: pH, temperatura, condutividade, dureza, alcalinidade, nitrito, matéria orgânica, cloro residual livre, etc.

Nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido e norteado pela seguinte indagação: a água armazenada em cisternas, seja ela captada da chuva ou de origem desconhecida, e que é utilizada no consumo humano, atende aos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria N° 2.914, isentando as pessoas de doenças veiculadas de origem hídrica? Assim, esse trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química e bacteriológica das águas das cisternas, avaliando os padrões de potabilidade dessas águas, que são utilizadas em alta escala pela população da região do Nordeste do Brasil.

A relevância desta pesquisa se dá pela primazia do consumo da água potável na promoção e manutenção da saúde pública das comunidades da zona rural. Ademais, há a importância de preocupar-se em levar às comunidades o conhecimento da situação da água que elas consomem e as consequências das irregularidades da mesma.

2. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza quali-quantitativa, pois os resultados numéricos são complementados com resultados qualitativos (Pereira et al, 2018), e classifica-se, segundo seus objetivos, em explicativa, haja visto a intenção de averiguar o potencial de potabilidade das águas de cisternas das duas localidades citadas, deixando claro se a água ingerida pelas pessoas que habitam as comunidades está dentro dos padrões exigidos pela legislação; o delineamento da pesquisa foi experimental, com o desenvolvimento de análises laboratoriais.

O estudo foi realizado nas comunidades de Lustal I e II, zona rural do município de Tauá-CE. As localidades em questão ficam às margens do rio Trici, igualando-se a muitas outras povoações que marcam território próximo de reservatórios hídricos. Estão à 12 km da cidade de Tauá, pela CE-187.

A coleta de dados foi feita em duas fases. Primeiro, foi feita, para as análises laboratoriais físico-químicas e microbiológicas, a coleta das amostras de água nas residências

no horário compreendido entre 9:10h e 13:00h. Essa atividade foi acompanhada por uma equipe da Secretaria de Saúde do Município (SMS). As análises microbiológicas e de turbidez foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas (LACEN), utilizando a metodologia de substrato cromogênico/enzimático SMEWW, 22ª Ed. 9223 B e nefelométrico SMEWW, 22ª Ed. 2130 B, respectivamente. Os dados de domínio público foram disponibilizados para enriquecimento deste trabalho. Ainda no dia da coleta, os parâmetros temperatura e condutividade, foram avaliados por um condutivímetro digital da marca Conductivity Meter, de modelo CDR-870, e registrados. As análises dos parâmetros físico-químicos foram realizadas no Laboratório de Química Analítica (LQA) da Universidade Estadual do Ceará, Campus CECITEC (Tauá-CE, Brasil), para os quais foram utilizados os métodos colorimétrico, titulométrico e potenciométrico.

Na segunda fase da coleta, foi aplicado um questionário de 15 perguntas objetivas e subjetivas, acompanhado de um termo de consentimento livre, para cada participante da pesquisa, permitindo a divulgação dos dados coletados. No questionário, indagava-se sobre a origem e manejo da água, infraestrutura e as condições do local, bem como a localização da cisterna. Tais informações possibilitaram fazer um levantamento das possíveis fontes de contaminação observada nas análises laboratoriais.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização

O trabalho iniciou-se com uma investigação sobre a origem das águas armazenadas nas cisternas, pois, devido ao longo tempo de estiagem, muitas vezes são adicionadas águas de outras procedências. Nas Tabelas 1 e 2, estão registrados os resultados da caracterização das cisternas e de suas águas.

Na comunidade de Lustal I, 60% das cisternas estudadas foram construídas com placas de concreto e 40% são de polietileno. Na comunidade de Lustal II, 73% das cisternas são de placas de concreto e 27% são de polietileno.

Na comunidade de Lustal I, 73% das amostras demonstram que a origem da água armazenada no reservatório é apenas de chuva, 20% apresentam água mista (chuva + outra origem) e 7% apresenta origem desconhecida. No Lustal II, 93% das amostras coletadas tem origem apenas de chuva e 7% tem origem mista. A água de chuva deve ser considerada uma

alternativa de combate a falta de recursos hídricos na região semiárida, tão ou mais importante que outras fontes (Brito et al., 2015).

Tabela 1 – Caracterização da cisterna e da água do reservatório da comunidade de Lustal I.

Amostra	Material da cisterna	Tempo de uso	Origem da água	Presença De cor	Presença de odor/sabor	Finalidade da água
1.	Polietileno	7 anos	Chuva	Não	Não	CH ³
2.	Polietileno	5 anos	Chuva	Não	Não	CH
3.	Polietileno	5 anos	Chuva	Não	Não	CH
4.	Concreto	2 anos	Desconhecida ¹	Não	Não	CH
5.	Polietileno	Não sabe	Mista ²	Não	Não	CH
6.	Polietileno	3 anos	Chuva	Não	Não	CH
7.	Concreto	10 anos	Chuva	Não	Não	CH
8.	Concreto	12 anos	Chuva	Não	Não	CH
9.	Concreto	13 anos	Chuva	Não	Não	CH
10.	Polietileno	7 anos	Chuva	Não	Não	CH
11.	Polietileno	4 anos	Chuva	Não	Não	CH
12.	Concreto	13 anos	Mista	Não	Não	CH
13.	Concreto	4 meses	Mista	Sim/Azul	Não	CH
14.	Concreto	12 anos	Chuva	Não	Não	CH
15.	Concreto	20 anos	Chuva	Não	Não	CH

1. Não há presença de água de chuva, apenas da Operação Carro Pipa, mas de origem desconhecida.

2. Água da chuva misturada com água da OCP de origem desconhecida.

3. CH = Consumo Humano

Fonte: Autores (2020).

Ainda nas Tabelas 1 e 2, foi registrado que a água armazenada nas cisternas, tanto da comunidade de Lustal I como do Lustal II, não possuem sabor ou cheiro característico, exceto a amostra número 13 do Lustal I, que, de acordo com o usuário, a água possui uma cor azul.

Todos os sujeitos envolvidos nesta pesquisa destinavam a água da cisterna para consumo humano. Observou-se que a água era coletada da cisterna utilizando um balde e em alguns casos, usavam uma bomba. O uso da bomba é possível, desde que a cisterna possua uma aparelhagem que interliga o interior do reservatório com o exterior. Sobre o uso de bombas, Cruz e Rio (2019) destaca em seu estudo que a aparelhagem de metal, com o tempo, enferruja-se e pode ser um agente contaminante, e que os usuários que fazem o uso deste equipamento devem fazer a primeira retirada limpando a tubulação, para, em seguida, retirar a água de consumo.

Tabela 2 – Caracterização da cisterna e da água do reservatório da comunidade de Lustal II.

Amostra	Material da cisterna	Tempo de uso	Origem da água	Presença de cor na água	Odor/sabor na água	Finalidade da água
1.	Concreto	12 anos	Chuva	Não	Não	CH
2.	Concreto	10 anos	Chuva	Não	Não	CH
3.	Concreto	14 anos	Chuva	Não	Não	CH
4.	Concreto	14 anos	Mista	Não	Não	CH
5.	Concreto	10 anos	Chuva	Não	Não	CH
6.	Concreto	6 anos	Chuva	Não	Não	CH
7.	Polietileno	4 anos	Chuva	Não	Não	CH
8.	Polietileno	3 anos	Chuva	Não	Não	CH
9.	Concreto	3 anos	Chuva	Não	Não	CH
10.	Polietileno	4 anos	Chuva	Não	Não	CH
11.	Concreto	13 anos	Chuva	Não	Não	CH
12.	Concreto	13 anos	Chuva	Não	Não	CH
13.	Polietileno	5 anos	Chuva	Não	Não	CH
14.	Concreto	3 anos	Chuva	Não	Não	CH
15.	Concreto	25 anos	Chuva	Não	Não	CH

Fonte: Autores (2020).

Em geral, a limpeza dos reservatórios das comunidades só é realizada quando a água está acabando, não existindo uma programação periódica para essa atividade. Foi identificado dois tipos de tratamento realizado com a água receptada: a cloração, que é um tratamento químico realizado com hipoclorito de sódio, distribuído pelos agentes de saúde das comunidades; e a filtração da água, tratamento físico realizado com o filtro de barro caseiro.

3.2 Análise dos Parâmetros microbiológico

Os parâmetros microbiológicos apresentam grande influência na qualidade da água potável, pois estão diretamente ligados à saúde. Caso não estejam dentro do padrão permitido pela Legislação, poderão ocasionar doenças e sérias epidemias (Brito *et al.*, 2007). Para as águas armazenadas em cisternas para consumo humano, a Portaria 2.914 – MS só exige a ausência de *Escherichia coli* em 100 ml de água (Brasil, 2011). Os resultados obtidos neste estudo foram agrupados para melhor apresentação dos dados e exibidos na Tabela 03.

Tabela 3 – Resultados das análises microbiológicas do Lustal I.

Amostra	<i>E. Coli</i>	C. Totais
1 a 7	Presença	Presença
8	Ausência	Presença
9 a 10	Presença	Presença
11	Ausência	Presença
12 a 15	Presença	Presença

Fonte: Autores (2020).

Nas duas residências do Lustal I que apresentaram a ausência de *Escherichia coli*, observou-se, através do questionário aplicado, algo em comum: a limpeza do reservatório meses antes da pesquisa ser realizada. A higienização deve ser feita pelo menos uma vez ao ano, para garantir a certidão de potabilidade da água (Castro, 2011). Observou-se, ainda, que as duas residências têm suas fossas negras com distância superior a 10 metros do reservatório e, ambas as fossas estão em um declive em relação as cisternas, desfavorecendo possíveis lixiviação para os reservatórios, pois as cisternas devem ser implantadas distantes de lixões, currais e fossas negras, para evitar o comprometimento da água (Brito *et al.*, 2007).

A higienização do reservatório é de suma importância para a manutenção da potabilidade da água. Nos estudos de Silva et al (2020), é destacado, também, o valor da higienização das partes externas que constituem a captação da água, que são as calhas e os canos, e ainda, vale certificar que o telhado esteja limpo. Por essa razão, os autores ressaltam a importância de as primeiras chuvas serem usadas para lavar as telhas, livrando-as de poeira e de sujidades depositadas por animais.

Uma fonte de contaminação crescente das águas de chuva nas cisternas da região semiárida é a incorporação de abastecimento de água por carros pipas. É possível que alguns destes veículos possam estar em condições inapropriadas para o transporte do recurso hídrico, além da falta de garantia de qualidade e da origem da água (Amorim et al., 2017).

Na Tabela 4, os resultados mostram que, na comunidade de Lustal II, as duas residências que apresentaram ausência de *Escherichia coli* foram as amostras 7 e 14, cuja cisternas são relativamente novas, com 4 e 3 anos de uso, respectivamente. O usuário da amostra 7 realiza a limpeza semestralmente, podendo ser este um fator para o resultado aqui apresentado. No entanto, a amostra 14, apesar de ter 3 anos de uso, nunca foi higienizada. A família da amostra 7 faz a coleta da água com uma bomba, evitando contato direto como o reservatório. Já na amostra 14, a água é retirada da cisterna com o auxílio de um balde.

Tabela 4 – Resultados das análises microbiológica do Lustal II.

Amostra	<i>E. Coli</i>	<i>C. Totais</i>
1 a 6	Presença	Presença
7	Ausência	Presença
8 a 13	Presença	Presença
14	Ausência	Presença
15	Presença	Presença

Fonte: Autores (2020).

Neste contexto, de acordo com os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, somente 14% das residências da comunidade de Lustal I e 14% dos domicílios da comunidade de Lustal II estão dentro dos parâmetros microbiológicos estabelecidos pela Portaria do MS, apresentando ausência de *Escherichia coli*. Todas as demais estão com suas águas contaminadas.

Esses resultados assemelham-se a outros estudos do estado do Ceará, o que concretiza uma realidade do nosso país, que precisa ser reconhecida pelo poder público para tomadas de decisões, tendo em vista que a qualidade da água é uma questão de saúde pública (Da Silva; Bezerra; Ribeiro, 2020). Para a Organização Mundial da Saúde, a cada um real investido em saneamento básico, economiza-se nove reais em saúde. Nesse sentido, nossos governantes precisam repensar as práticas preventivas (Brasil, 2017).

É importante ressaltar que a maneira com a qual a água é coletada nesta pesquisa não se apresenta como um fator determinante para a eliminação de contaminação. No entanto, é relevante considerar também que, quanto maior o contato do meio exterior com o interior da cisterna, maiores são as chances de contaminação da água, pois, se a família usa um recipiente, mesmo que o reserve apenas para esta função, ele eventualmente estará em contato com insetos, que podem depositar fezes, tornando-se um possível veículo de contaminação do reservatório na ocasião da coleta.

O principal indicativo de contaminação é o manuseio da água no reservatório (Brito et al., 2007). A contaminação pelo manejo da água e do reservatório somente será eliminada com instruções de higienização para as famílias que dele fazem uso (Andrade Neto, 2013).

Foi constatada, nas duas comunidades, a presença de pequenos peixes (*Leporinus obtusidens*), conhecidos popularmente como “piabas”, dentro das cisternas. Segundo a crença dos usuários, eles teriam a função de limpar a cisterna, consumindo qualquer sujeira ou larva de mosquito que adentre ao reservatório. No entanto, segundo um artigo publicado pelo Governo Federal, as recomendações de uso dos peixes são para depósitos, piscinas abandonadas, fontes, charcos e lagos (Brasil, 2016). Nada é citado sobre reservatórios que armazenam água para consumo humano.

3.3 Análise dos Parâmetros Físico-Químicos

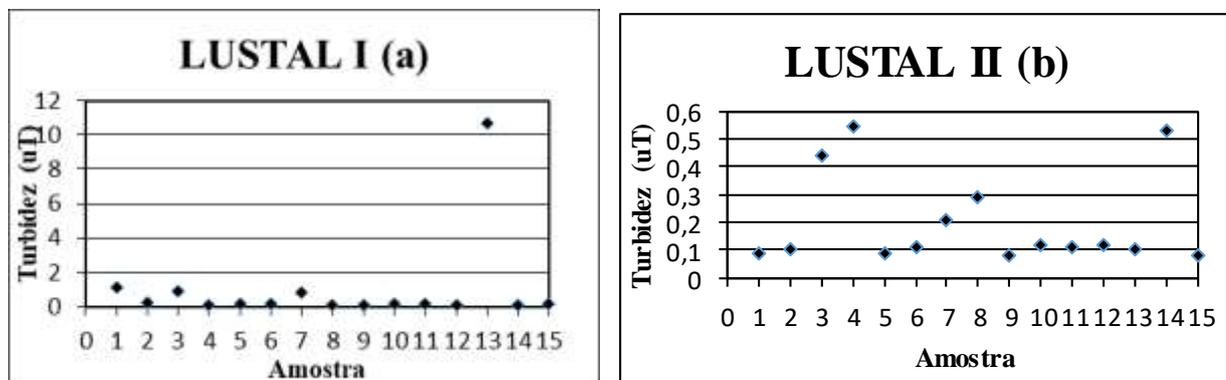
Foram feitas análises físico-químicas de: amônia, ferro III, dureza, cloretos, turbidez, pH, oxigênio dissolvido e temperatura.

Nos ensaios de Turbidez para Lustal I, 97% das amostras estão dentro do padrão estabelecido, que são valores iguais ou inferiores a 5 unidades de Turbidez (uT).

Apenas a amostra 13 mostrou-se irregular, pois apresentou 10 uT. Isso provavelmente deve ser porque esta cisterna é nova, recém construída, e deve ter liberado algum material utilizado em sua construção, que ficou suspenso na água. Uma outra explicação para a turbidez elevada seria o fato de esse reservatório ter recebido água de fontes externas, antes da captação da água de chuva (ver Tabela 1).

Tal situação deixa a água totalmente inapropriada para consumo, visto o resultado microbiológico e o de turbidez, pois essa última análise serve de complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos da água para consumo humano (Brasil, 2011). Já no Lustal II, para todas as amostras, as análises de turbidez apresentaram resultados satisfatórios.

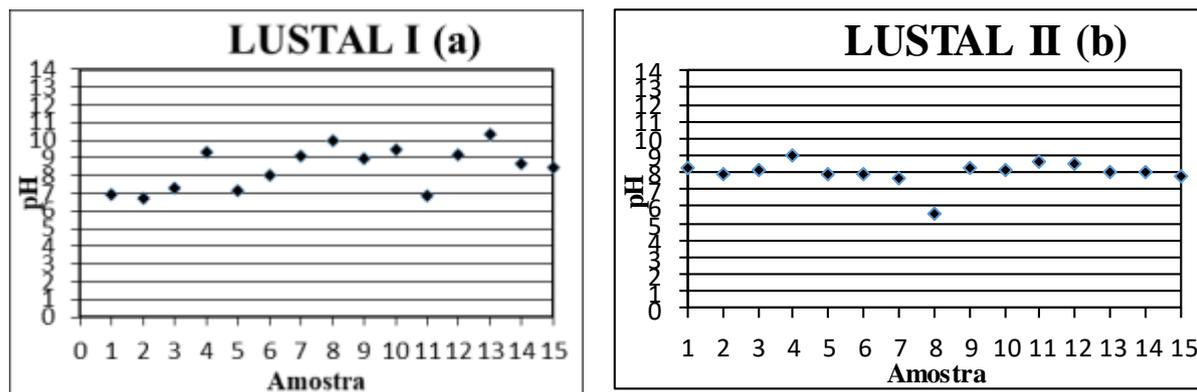
Figura 1. Resultado das análises de turbidez em uT: (a) Lustal I; (b) Lustal II.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

Nas análises de pH, a Portaria 2.914/2011 recomenda que a água esteja no intervalo de 6,0 a 9,5, se for destinada ao consumo humano. Diante disso, podemos constatar que as amostras 8 e 13 do Lustal I estão fora do padrão estabelecido, apresentando pH igual a 10, porém as demais amostras correspondem ao intervalo estabelecido.

Figura 2. Resultados das análises de pH: (a) Lustral I; (b) Lustral II.



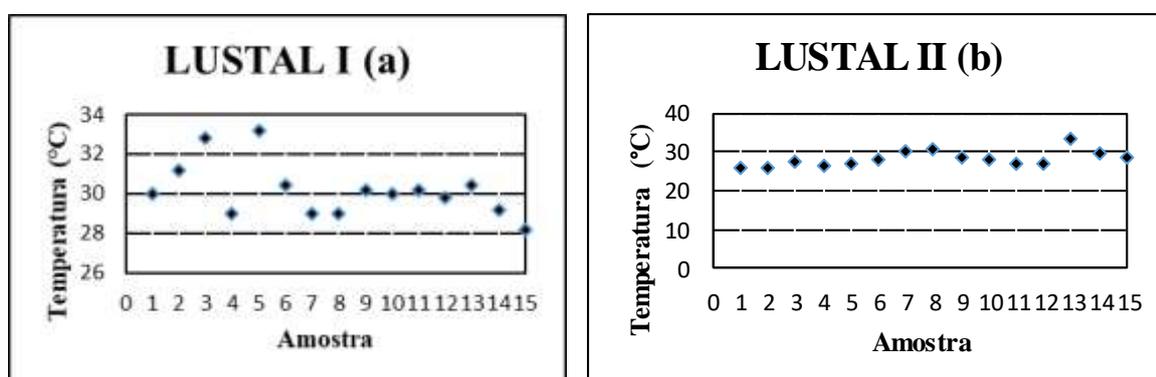
Fonte: Autores (2020).

Na comunidade de Lustral II, a maioria das amostras apresentaram valores concordantes com a legislação, exceto pela amostra de número 8, que apresentou um pH de aproximadamente 5,5 – valor inferior ao permitido – o que é explicado pelo caráter levemente ácido das águas de chuva, pela formação de ácido carbônico durante a precipitação:



Com relação a temperatura das águas da comunidade de Lustral I, pôde-se perceber uma elevação na temperatura em cisternas de polietileno, com variação de 28 a 33°C, como é o caso das amostras 2, 3 e 5, como exibido na Figura 3(a).

Figura 3. Resultados das análises de Temperatura (° C) para as comunidades de Lustral I (a) e de Lustral II (b).



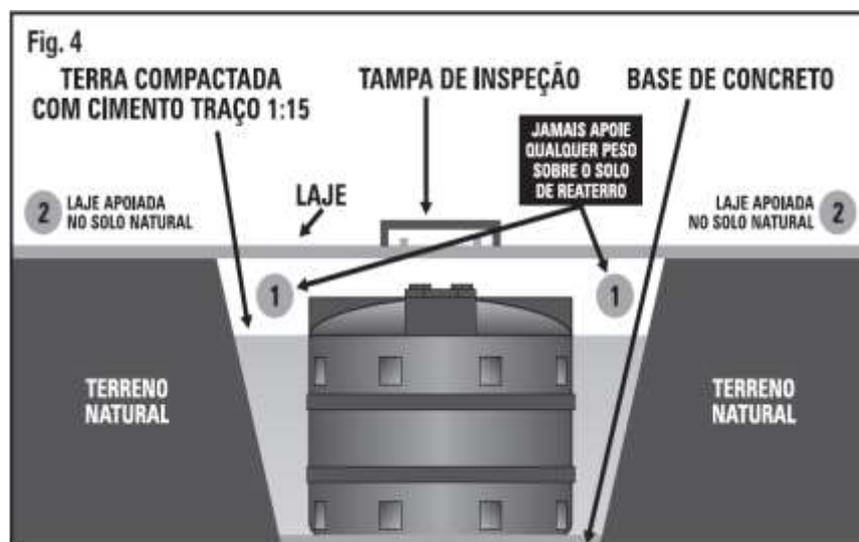
Fonte: Autores (2020).

Essas temperaturas mais elevadas também foram observadas nas amostras da comunidade Lustral II.

Uma explicação para esse fato é que essas cisternas são de polietileno e podem estar retendo o calor da radiação solar recebida durante o dia. Com isso, pode-se considerar que o material da cisterna é um fator influenciador, destacando que as cisternas de polietileno contribuem para a elevação da temperatura da água.

É provável que esse aumento da temperatura ocorra por conta da instalação incorreta do reservatório, pois deve ser escavado um buraco com uma profundidade correspondente à altura da cisterna mais 20,0 cm, este sendo o espaço entre o soterramento e a laje que deve ser construída para proteção da mesma (Acqualimp, 2016), como mostrado na Figura 4.

Figura 4. Ilustração de instalação correta das cisternas de Polietileno.



Fonte: ACQUALIMP, Manual de Instruções de Instalação (2016).

No entanto, todas as cisternas de polietileno estudadas estão soterradas apenas por 50 cm aproximadamente, como mostra a Figura 5, ficando quase completamente expostas e absorvendo, assim, mais radiação do sol, e conseqüentemente, elevando sua temperatura.

A Portaria 2.914 MS, não estabelece um intervalo ou uma temperatura média para a água destinada ao consumo humano. No entanto, o fator temperatura, assim como o pH, são parâmetros muito importantes no processo de desinfecção da água, estabelecendo intervalos de temperatura para o processo de tratamento de água (Brasil, 2011).

Figura 5. Cisterna de Polietileno instalada na Comunidade de Lustal II.



Fonte: Autores (2020).

A água de cisterna, destinada ao consumo humano, deve passar por três tratamentos: filtração, fervura e, aplicação do hipoclorito de sódio, para desinfecção, exatamente nesta sequência. Assim, os usuários devem seguir alguns critérios de higienização para garantir a qualidade da água utilizada, devendo iniciar com a filtração, depois a fervura e, por último, é recomendada a desinfecção da água, utilizando o hipoclorito de sódio na proporção de duas gotas para um litro de água (Brasil, 2014). Seguindo essas etapas, a água da cisterna estará apta para o consumo.

No entanto, observou-se que nenhum dos usuários das comunidades estudadas realiza todos os tratamentos indicados para obtenção de uma água com qualidade, adequada ao consumo humano. E sobre isso, Gomes (2020) reflete sobre o importante valor das políticas públicas voltadas para o acesso à água potável para as regiões do Brasil que usam as cisternas como reservatórios de água destinada para o consumo humano, tendo em vista que, quem usa essa tecnologia social, não tem recursos para enviar amostras para análises.

Para os demais parâmetros físico-químicos analisados, tais como amônia, ferro III, dureza, cloretos e oxigênio dissolvido, as análises apresentaram-se dentro dos valores máximos permitidos pelo Ministério da Saúde.

4. Considerações Finais

Pelos resultados encontrados, é possível afirmar que, em relação aos parâmetros físico-químicos, os padrões de qualidade das águas analisadas estão dentro do recomendado

pela portaria do Ministério da Saúde, entretanto os parâmetros microbiológicos mostraram-se inapropriados, pois apenas 12% do total de cisternas analisadas continham águas com qualidade adequada para ingestão. E a grande maioria das amostras, com representação de 88%, apresentaram contaminação microbiológica com presença de *Escherichia coli*, sendo impróprias para o consumo.

Neste contexto, pode-se ponderar que ações educacionais sobre o manejo e tratamento da água do reservatório podem diminuir a contaminação microbiológica apresentada nas águas de cisternas, visto que as três etapas de tratamento que a Secretaria de Vigilância da Saúde recomenda são fáceis de executar e tem preço acessível: a fervura, filtração e o tratamento com o hipoclorito de sódio (Brasil, 2011).

O Governo brasileiro e as entidades não-governamentais envolvidas na distribuição de recursos hídricos, fizeram um grande trabalho no semiárido brasileiro com os programas P1MC, P1+2, Cisternas nas Escolas e Água para Todos. No entanto, a preocupação quanto à qualidade das águas dos reservatórios inseridos nas comunidades também deve ser pontuada, considerando que não basta trazer água para as regiões secas, mas trazer água de qualidade, propícia para o consumo humano. Assim, percebe-se a necessidade de se pensar em políticas públicas que garantam a qualidade das águas armazenadas nas cisternas.

Ainda nesta linha de pensamento, a situação que se encontram as cisternas de polietileno também desenha uma série de problemas na perspectiva dos professores, pois esta grande exposição ao sol pode acarretar desprendimentos de substâncias de sua composição e desdobrar em situações de risco à saúde dos usuários. Há também o risco representado pela presença de peixes ou de qualquer outro animal dentro destes reservatórios de água. Tais situações podem ser objetos de novos estudos na região semiárida nordestina que utilizam as cisternas como reservatório de água para consumo humano.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório Central do Ceará (LACEN) de Tauá-CE, pelas análises microbiológicas, e a Universidade Estadual do Ceará, Campus CECITEC, pelo suporte ao desenvolvimento deste trabalho.

Referências

Costa, A. B. & De Jesus, V. M. B. (2013). Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. *Tecnologia social políticas públicas*, 17-31.

Souza, N. G. De M.; Silva, J. A. Da; Maia, J. M.; Silva, J. B.; Nunes Júnior, E. Da S.; Meneses, C. H. S. G. (2016). Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. *Revista BIOFARM*, ISSN 1983-4209. 12(3).

Brasil (2011). Ministério da Saúde. Portaria Nº 2914 de 12/12/2011 (Federal). Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, Recuperado de <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>

Kulinkina, A. V., Plummer, J. D., Chui, K. K., Kosinski, K. C., Adomako-Adjei, T., Egorov, A. I., & Naumova, E. N. (2017). Physicochemical parameters affecting the perception of borehole water quality in Ghana. *International journal of hygiene and environmental health*, 220(6), 990-997.

Brito, L. T. De L.; Pantaleão, E. F.; Cavalcanti, N. De B.; Rolim Neto, F. C.(2015). Cisternas de produção para melhoria da qualidade de vida no Semiárido do estado de Pernambuco. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal/PB, 10(4) 13-19.

Brito, L. D. L., Silva, A. D. S., Porto, E. R., de Amorim, M. C. C., & Leite, W. D. M. (2007). Cisternas domiciliares: água para consumo humano. *Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)*.

Castro, R. P. T. (2011). Avaliação das Condições Construtivas das Captações de Água do Assentamento Canudos em Goiás. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás.

Amorim, M. C. C., Brito, L. T. L., Do Nascimento, G. S. G., Da Silva Neto, J. A., & Leite, W. M. (2017). Captação e armazenamento de água de chuva, Petrolina, PE: avaliação de aspectos estruturais e de qualidade da água. *Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. *Revista AIDIS*, 10(1) 18-30.

Andrade Neto, C. O. (2013). Aproveitamento imediato da água de chuva. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 1(1), 73-86.

Brasil (2016). Cidadania e Justiça. Peixe é usado no combate ao mosquito da dengue. Recuperado de < <http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2016/01/peixe-e-usado-no-combate-ao-osquito-da-dengue> >

Acqualimp (2016). Manual de Instruções de Instalação. Recuperado de < <http://www.acqualimp.com/wp-content/uploads/2016/01/guia-de-instalacao-cisternas-acqualimp-1.pdf>

Brasil. (2011). Ministério da Saúde, Biblioteca Virtual em Saúde. Cuidados com a água para consumo humano. Folder, 2011 Recuperado de < http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/folder/cuidados_agua_consumo_humano_2014.pdf >

Da Cruz, A. R., & Rios, M. L. (2019). Uso E Manejo Das Águas De Cisternas De Polietileno Para Consumo No Assentamento Vila Nova, Ourolândia–Bahia. *Revista Saúde e Meio Ambiente*, 8(1), 137-152.

Silva, M. E. D., Alcócer, J. C. A., De Oliveira Pinto, O. R., De Miranda Pinto, C., & Da Fonseca, A. M. (2020). Percepção de beneficiários do Programa Cisternas: manuseio de águas em Ibareta, Ceará. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 37847-37867.

Da Silva, J. P., Bezerra, C. E., & Ribeiro, A. D. A. (2020). Avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas no Semiárido Cearense. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 14(1), 27-35.

Brasil. (2017). Ministério da Saúde, Fundação Nacional da Saúde. “Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde”, disse ministro da Saúde. Recuperado de < http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false.

Gomes, F. D. C. (2020). Estudo de características físico-químicas e qualidade de água sendo uma amostra de poço e uma de cisterna. *Research, Society and Development*, 9(6), e17963227-e17963227.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Claudemir Carlos Almeida - 20%

Francisco Idelbrando Lima Rodrigues - 20%

José da Mota Sobreira - 20%

Franciglauber Silva Bezerra - 20%

Luisa Célia Melo - 20%