



## AValiação da Qualidade da Água Armazenada em Cisternas no Semiárido Cearense

J. P. da Silva<sup>1\*</sup>, C. E. Bezerra<sup>2</sup>, A. de A. Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia Centec - Fatec Cariri, CE, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus de Juazeiro do Norte, CE, Brasil

Article history: Received 27 January 2020; Received in revised form 05 February 2020; Accepted 10 March 2020; Available online 31 March 2020.

### RESUMO

Diante da escassez hídrica que atinge a população do semiárido nordestino, tem-se criado políticas de convivência com a seca, como a construção de cisternas para captação da água da chuva. Contudo, diversos fatores podem afetar a qualidade da água armazenada nas cisternas. Neste contexto, o monitoramento da qualidade da água armazenada nas mesmas é imprescindível para avaliar sua potabilidade para o consumo humano. Com isso, objetivou-se com este estudo, avaliar a qualidade da água em cisternas em comunidade rural no semiárido cearense. A pesquisa foi realizada na comunidade Arraial de Cima, município de Missão Velha, localizado extremo Sul do estado do Ceará, Brasil. As amostras foram coletadas diretamente das cisternas em frascos esterilizados e após a sua coleta foram realizadas as análises no Laboratório de Análises de Água e Efluentes (LAMAE) da Faculdade de Tecnologia Centec (Fatec Cariri), Juazeiro do Norte, CE. Realizou-se as análises dos parâmetros físicos-químicos e microbiológicos nas amostras de água coletadas. De posse dos resultados obtidos, verificou-se que apenas a água da cisterna 01 apresentou todos os parâmetros físicos-químicos dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Em todas as cisternas, constatou-se a presença de *Coliformes totais* e *Escherichia coli*. A presença destas bactérias demonstra que é preciso rever os hábitos da população local e conscientizá-la sobre a maneira correta de manejo das cisternas.

**Palavras-chaves:** Abastecimento de água, análise físico-química, *Coliformes totais*, *Escherichia coli*

### EVALUATION OF THE QUALITY OF WATER STORED IN CISTERNS IN THE CEARENSIAN SEMIARID

#### ABSTRACT

In view of the water scarcity that affects the population of the northeastern semiarid, policies have been created to live with the drought, such as the construction of cisterns to capture rainwater. However, several factors can affect the quality of water stored in cisterns. In this context, monitoring the quality of the water stored in them is essential to assess their potability for human consumption. Thus, the objective of this study was to evaluate the quality of water in cisterns in a rural community in the semiarid region of Ceará. The research was carried out in the Arraial de Cima community, in the municipality of Missão Velha, located in the extreme south of the state of Ceará, Brazil. Samples were collected directly from cisterns

\* [joelmapereira1618@gmail.com](mailto:joelmapereira1618@gmail.com)

in sterile bottles and after their collection, analyzes were carried out at the Water and Wastewater Analysis Laboratories (LAMAE) of the Faculty of Technology Centec (Fatec Cariri), Juazeiro do Norte, CE. Analyzes of physical-chemical and microbiological parameters were performed on the collected water samples. With the results obtained, it was found that only the water in cistern 01 presented all the physical-chemical parameters within the standards established by the legislation. In all cisterns, the presence of total coliforms and *Escherichia coli* was found. The presence of these bacteria shows that it is necessary to review the habits of the local population and make them aware of the correct way of handling cisterns.

**Keywords:** Water supply, physical-chemical analysis, Total coliforms, *Escherichia coli*

## INTRODUÇÃO

A água de chuva tem sido uma solução alternativa de abastecimento em áreas rurais, principalmente em regiões áridas e semiáridas, locais em que as fontes disponíveis, como poços, rios e nascentes, dispõem de volume variável de água, sob efeito da sazonalidade (SILVA *et al.*, 2012). Diante disso, o Governo Federal juntamente com o apoio de várias ONGS, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), e também com a Agência Nacional das Águas (ANA) e demais entidades, criou em 2001, o Programa de Formação e Mobilização Social para a convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC (BRASIL, 2013).

A utilização da tecnologia de cisternas voltadas para a convivência com o semiárido, é de fundamental importância para o enfrentamento da questão hídrica, para aos aspectos produtivos (para a produção agrícola, para a criação pecuária) e principalmente, aos aspectos sociais, pois o acesso e uso da água é um direito humano inalienável (MOTA, 2019).

A difusão da tecnologia das cisternas apresenta um caráter social, pois busca promover a melhoria da qualidade de vida das populações rurais e o seu desenvolvimento, no sentido de desenvolver ações de convivência com o semiárido, buscando a preservação dos recursos naturais (MATIAS, 2001).

Embora construídas com a finalidade de captar água de chuva e armazená-la nos

meses sem precipitação, a utilização da cisterna vai além da captação da água de chuva, pois as mesmas são abastecidas, também, por água oriunda de carros-pipa, sendo esta uma prática comum nas comunidades do semiárido nordestino. Em ambos os casos, a qualidade da água de cisterna pode ser afetada por diversos fatores. Quando a água é oriunda das chuvas, a qualidade pode ser influenciada pela poluição do ar em regiões industriais, e pelo sistema de captação (telhados, calhas e superfícies de escoamentos), que permitem a entrada de contaminantes, tanto biológicos como não biológicos. Poeira, sujeira, fezes de animais e folhas de árvores podem, além de contaminar a água com microrganismos nocivos à saúde, causar sabores e odores desagradáveis à água (AMORIM; PORTO, 2003).

Lima e Santos (2017), por exemplo, investigando a qualidade da água em cisternas no distrito de Novo Paraíso, Jacobina, na Bahia, verificaram que 95% das amostras estavam impróprias para o consumo por apresentarem contaminação por *E. coli*; 7,5% e 2,5% apresentaram valores insatisfatórios para pH e a cor, respectivamente. Moraes *et al.* (2018), caracterizaram a qualidade físico-química e biológica da água armazenada em cisternas domiciliares de comunidades rurais sergipanas, nos períodos chuvoso (água de chuva) e seco (água mista), que resulta do complemento da água da cisterna com outras fontes trazidas por carro-pipa. Os autores verificaram que a água proveniente de carros reduziu a qualidade da água nas cisternas.

As concentrações de fluoreto na água estão em níveis inadequados para a prevenção de cáries dentárias. Foi encontrada contaminação fecal em todas as amostras avaliadas. Neste sentido, é importante reconhecer o monitoramento da qualidade da água como o instrumento de verificação

da sua potabilidade para consumo humano, conforme padrão estabelecido na legislação (MEDEIROS et al., 2016).

Neste contexto, objetivou-se com este estudo, avaliar a qualidade da água em cisternas em comunidade rural no semiárido cearense.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na comunidade Arraial de Cima município de Missão Velha (Figura 1), localizado no extremo Sul do estado do Ceará, distante cerca de 560 km de Fortaleza, pela BR 116. Os municípios que fazem limites ao Norte são: Aurora, Caririaçu, Juazeiro do Norte; ao Sul: Barbalha, Jardim, Porteiras, Brejo Santo; à Leste: Brejo Santo, Abaiara, Milagres, Aurora; e a Oeste: Juazeiro do

Norte e Barbalha. A área absoluta do município é de aproximadamente 651,11 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 0,44 % da área total do estado. Tem altitude média de 361,0 m em relação ao nível do mar, com distância em linha reta de 395 km em relação à Fortaleza. Sua posição geográfica é de 7° 14' 59" de latitude Sul e 39° 08' 35" de longitude Oeste (IPECE, 2015).



**Figura 1** - Localização do município de Missão Velha. Fonte: IPECE,(2015)

Os aspectos climáticos são classificados como tropical quente semiárido brando e tropical quente semiárido, com pluviosidade em torno de 987 mm, com período chuvoso correspondendo de janeiro a abril e temperaturas média entre 24°C a 26°C, a principal bacia hidrográfica é a bacia do Salgado (IPECE, 2015). A população urbana residente é de 15.419 habitantes e a rural de 18.855 com um total de 34.274 habitantes (IBGE, 2015).

As amostras foram coletadas em frascos esterilizados e após a sua coleta foi realizado as análises. As análises foram realizadas nos laboratórios de Análises de Água e Efluentes

- LAMAE da Faculdade de Tecnologia Centec, Fatec-Cariri, Juazeiro do Norte-CE.

Realizou-se as análises dos parâmetros físicos-químicos e microbiológicos nas amostras de água coletadas. Os parâmetros físicos-químicos avaliados foram: potencial Hidrogeniônico (pH); dureza; cloreto; nitrato; nitrito; alumínio; amônia; manganês e turbidez. Estas análises foram realizadas conforme metodologia do Standard Methods for the Examination of Wastewater (APHA, 2017). As análises microbiológicas foram realizadas utilizando-se o método de substrato cromogênico, que é baseado nas atividades enzimáticas específicas dos

*Coliformes totais* ( $\beta$  galactosidade) e *Escherichia coli* ( $\beta$ glucuronidase). O *Escherichia coli*. provoca uma mudança de cor no meio, após o período de incubação, se a cor amarela é observada, há presença de *Coliformes totais* e se a fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta (UV) 365nm há presença de *Escherichia Coli*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises físico-químicas

Segundo a portaria de potabilidade, recomenda-se que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Os resultados das análises de pH da água das cisternas apresentaram valores variando de 4,5 a 6.

Verificou-se que, com exceção da cisterna 01, o pH da água não está em conformidade com a legislação (Figura 2A). Avaliando a qualidade da água em cisternas no semiárido baiano, Lima e Santos (2017), observaram que 7,5% das amostras apresentaram valores insatisfatórios para o pH.

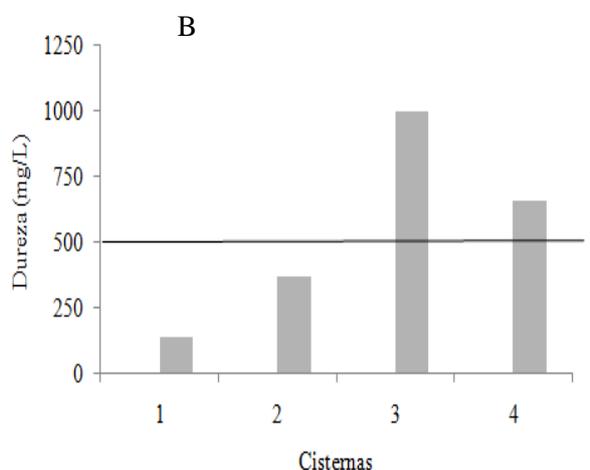
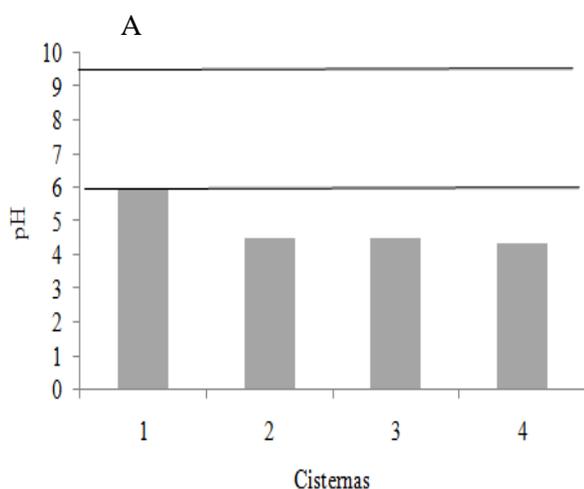
Segundo Cavalcante (2014), o pH nas estações de tratamento de água convencional, relaciona-se com o poder de corrosão ou incrustação das tubulações, não ocasionando riscos sanitários. No entanto, a água das chuvas armazenadas em cisternas que apresenta pH fora da faixa estabelecida, principalmente com acidez elevada, pode proporcionar a corrosão das paredes das

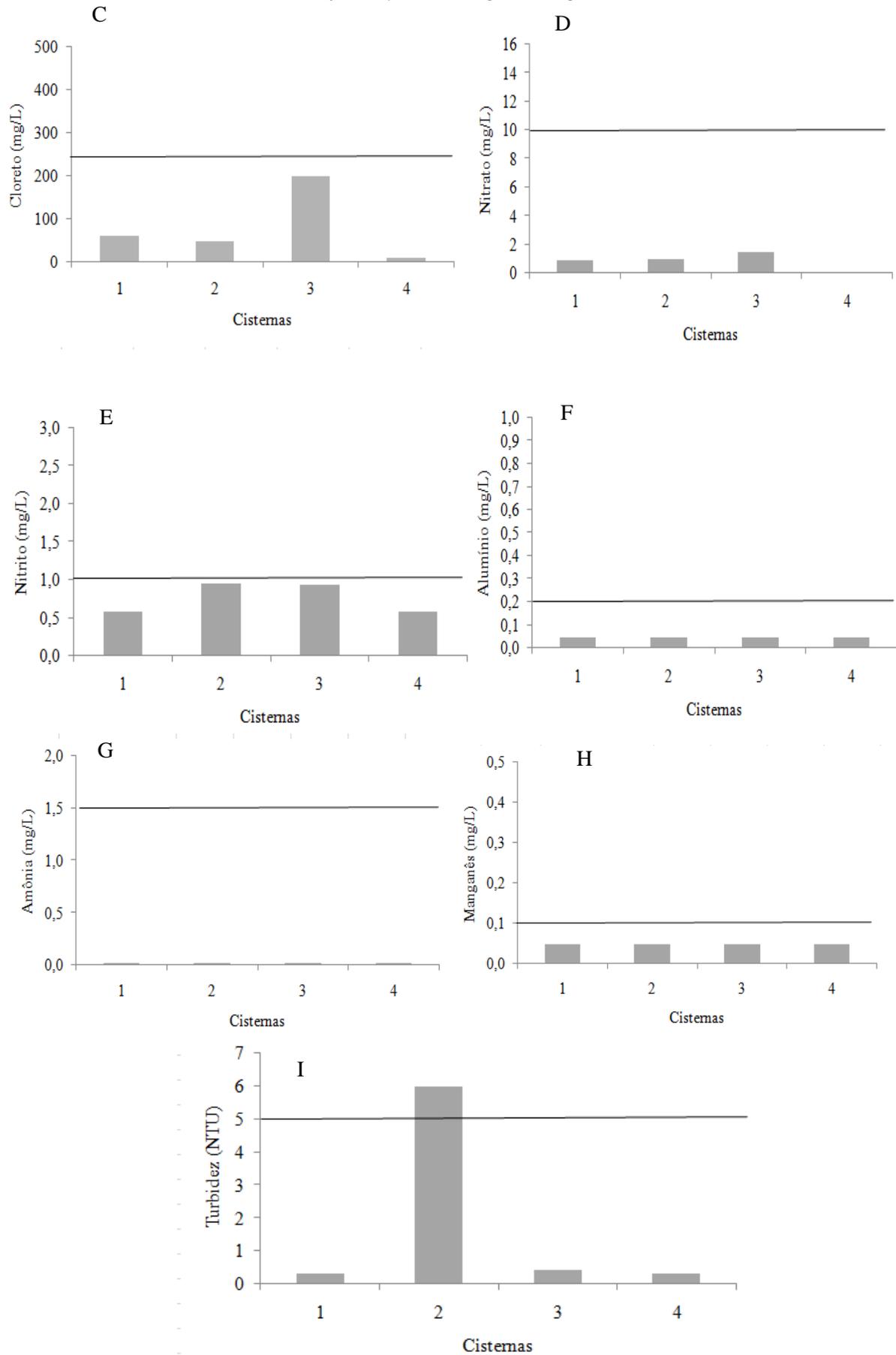
Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

cisternas, telas ou vigas ocasionando a solubilização de metais para a água.

O valor máximo permitido da dureza total estabelecido pela portaria de potabilidade é 500 mg/L. Com isso, observa-se que as cisternas 03 e 04 apresentaram dureza fora do permitido (Figura 2B). Provavelmente, estes valores acima do permitido pela legislação podem ser atribuídos a liberação de compostos presentes no material (cimento) utilizado na construção das cisternas. Segundo Han Heijnen (2012) o sistema de armazenamento de água pode afetar a qualidade da água, especialmente quando cisternas de concreto são novas, devido a liberação de cal em excesso.

Para o abastecimento público de água para consumo humano a dureza alta é causado pelo excessivo uso de sabão nas lavagens domésticas, podendo causar problema como aumento na incidência de cálculo renal em cidades abastecidas com águas duras (GOMES et al., 2015).





**Figura 2** - Resultados das análises físico-químicas das amostras de água das cisternas avaliadas no município de Missão Velha, CE.

Em relação ao teor de cloreto, todas as cisternas apresentaram valores que se encontram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914/11, que determina que o mesmo seja abaixo de 250 mg/L (Figura 2C). Em valores baixos, o cloreto não representa risco à saúde, mas pode imprimir gosto salgado à água, provocando recusa ou repulsa ao consumo, também pode acelerar o processo de corrosão em tubulações de aço ou alumínio (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2018). Em estudo realizado por Carvalho (2014) foi detectado o valor de cloretos de 256 mg/L, acima da Norma, em apenas uma cisterna monitorada na zona rural de Caruaru.

A contaminação por nitrato em água potável pode interferir dramaticamente à saúde, podendo ocasionar a metahemoglobinemia em recém-nascidos, também pode ocasionar nos adultos deficiência de enzimas. No leste europeu, a síndrome do bebê azul foi um sério problema até os anos oitenta do século passado. A metahemoglobinemia induzida por nitrato (síndrome do bebê azul) é atualmente rara nos países industrializados, mas continua preocupante nos países em desenvolvimento (SPIRO e STIGLIANI, 2009).

No presente estudo, verificou-se que em todos os pontos de coleta os valores mostraram-se inferiores ao estabelecido pela Portaria 2.914/2011 MS que determina que as concentrações estejam abaixo de 10 mg/L, variando entre 0,02 a 1,429 mg/L (Figura 2D).

A concentração de nitrito variaram entre 0,58 (cisterna 04) a 0,95 mg/L(cisterna 02), mostrando valores inferiores ao estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 MS que determina que as concentrações estejam abaixo de 1,0 mg/L (Figura 2E), mesmo comportamento observado por Barros et al. (2016) ao avaliar a qualidade da água em cisternas no município de Salgueiro, Pernambuco.

Os teores de alumínio em todos as cisternas se encontram dentro dos padrões

de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914/11 (Figura 2F). Por outro lado, em estudo realizado por Cardoso et al. (2005), onde foram analisadas 16 cisternas localizadas em Araçuaí, MG, foram detectados níveis de alumínio seis vezes superiores ao valor máximo permitido pela legislação (0,2 mg/L).

Da mesma forma, a concentração de amônia na águas das cisternas avaliadas encontra-se abaixo do máximo estabelecido pela legislação (Figura 2G). Ambientes com concentração de amônia elevada pode ser indício do aumento da carga orgânica, o que pode acarretar no aumento do nível de contaminação como a disseminação das doenças de veiculação hídricas e também poderia afetar a biodiversidade do local (GOMES et al., 2015).

A Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde (MS) estabelece que a concentração de manganês não pode ser superior a 0,10 mg/L. Assim sendo, os valores deste elemento encontrados na água das cisternas avaliadas estão conformidade com a legislação (Figura 2H).

Com relação ao parâmetro turbidez, observou-se que a cisterna 02 está fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914/11, que estabelece que a mesma não pode ultrapassar 5 NTU (Figura 2I). Valores altos de turbidez podem resultar na formação de flocos pesados que decantam mais rapidamente do que na água com baixa turbidez e, além disso, pode dificultar a desinfecção ao evitar o contato direto dos desinfetantes com os microrganismos (FUNASA, 2009). De acordo com Amorim e Porto (2011), no caso das cisternas, o monitoramento da turbidez pode ser útil para acompanhamento da qualidade das águas transportadas por carros-pipa, indicando sua possível origem. Em cisternas localizadas no semiárido paraibano, Ó e Melo (2017), os valores deste elemento estão conformidade com a legislação.

## Análises microbiológicas

A contaminação microbiológica é o principal fator de degradação das águas de chuva, e com isso as concentrações microbiológicas em cisternas devem ser monitoradas. Os padrões de potabilidade da água, segundo a portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, consideram que os coliformes totais e os coliformes termotolerantes do tipo *E. coli* devem estar ausentes na água destinada ao consumo

humano (MORAIS et al., 2018). Neste estudo, os resultados encontrados nas análises microbiológicas não estão em conformidade com a legislação vigente, pois apresentaram grandes quantidades de presença de *Coliformes totais* e *Escherichia coli* (Tabela 1). Esse resultado é preocupante, tendo em vista as doenças que essas bactérias causam, podendo levar o indivíduo a morte.

**TABELA 1** - Resultados das análises microbiológicas de água das cisternas avaliadas no município de Missão Velha, CE.

Cisterna	C.	Totais/100 mL	<i>E.coli</i> /100 mL
01		> 1600	> 1600
02		> 1600	1600
03		> 1600	170
04		1600	47

Avaliando a qualidade da água em 6 (seis) cisternas localizadas no semiárido pernambucano, Souza et al. (2011) verificaram que a qualidade microbiológica da água armazenada em todas as cisternas avaliadas não atendeu ao padrão de potabilidade para consumo humano, apenas uma atendeu a norma em relação à *Escherichia coli*, porém não atendendo para os demais padrões microbiológicos analisados. No semiárido baiano, Lima e Santos (2017), observaram que 95% das

cisternas apresentaram contaminação por *Escherichia coli*. Andrade Neto (2003), afirma que vários estudos sobre a qualidade de águas de chuva armazenada em cisternas têm demonstrado que estas geralmente atendem os padrões de potabilidade para os parâmetros físico-químicos, no entanto frequentemente não atendem aos padrões de potabilidade quanto aos critérios de qualidade microbiológica.

## CONCLUSÃO

Apenas a água da cisterna 01 apresentou todos os parâmetros físicos-químicos dentro dos padrões estabelecidos pela legislação;

Em todas as cisternas, constatou-se a presença de Coliformes totais e *Escherichia coli*, revelando os riscos à saúde das famílias, que não realizam o tratamento da água para beber ou o fazem de maneira inadequada. A presença destas bactérias demonstra que é preciso rever os hábitos da população local e conscientizá-la sobre a maneira correta de manejo das cisternas. Outra alternativa que pode ser utilizada no

intuito de evitar a contaminação da água pelas bactérias é a desinfecção. Ela pode ser realizada pelos próprios moradores. Alguns exemplos são a fervura da água, filtro doméstico, filtração com areia, adição de hipoclorito de sódio (água sanitária) ou ainda a exposição da água ao sol. Para a água utilizada no consumo humano é indicada a filtração e cloração. Para a adição de cloro, reforça-se que a população deva ser capacitada para realizar o tratamento da água adequadamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos.** In: Simpósio Brasileiro de Captação e manejo de água de chuva, 4, 2003. Anais... ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 1 CD-ROM.
- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R.. **Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina-PE.** 3o. Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido, Campina Grande –PB, 8p., 2011.
- ANDRADE NETO, C.O. **Segurança sanitária das águas de cisternas rurais.** In: **Simpósio brasileiro de captação de água de chuva**, 4., 2003, Juazeiro, BA.
- APHA** - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th ed. Washington: American Public Health Association 2017.
- BARROS, C. N.G.; MEDEIROS, C. M.; MEDEIRO. A, B. M.; OLIVEIRA, C. A. **Caracterização da qualidade da água de cisternas da zona rural da cidade de Salgueiro - PE,** Anais... I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016.
- BRASIL.** A Lei 12.873 de 24 de outubro de 2013 que institui o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água –Programa Cisternas. 2013.
- BRASIL.** Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de dezembro de 2011.
- CARDOSO, M.P., SILVA, C.V., PÁDUA, V.L. **Captação de água de chuva em cisternas, verificação da potencial liberação de alumínio e seu efeito sobre a saúde.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005. Campo Grande-MS: ABES. Anais... Campo Grande: ABES, Campo Grande-MS, 2005
- CAVALCANTE, R.. Ocorrência de Escherichia coli em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.9, n.3, p. 550-558, 2014.
- CARVALHO, J. R. S. **Avaliação do DESVIUFPE Como Barreira Para Proteção da Qualidade da Água de Chuva Armazenada em Cisternas.** TCC – Universidade Federal de Pernambuco. Campus Agreste. Engenharia Civil, 2014.
- FUNASA** –Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. -Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009, 144 p.
- GOMES, F. B. M.; COSTA, J. S.; SILVA, A. K. M.; PAULA, D. P. **Análise da qualidade ambiental das águas armazenadas em cisternas no semiárido cearense: Uma abordagem multidisciplinar,** XI Encontro Nacional da Anpege, 2015.
- HEIJNEN, H. **A captação de água da chuva: aspectos de qualidade da água, saúde e higiene,** 8 Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo da Água da Chuva, Campina Grande, PB, 2012.
- IPECE** – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará - Missão Velha, 2015. Disponível em:<[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm2015/Missao\\_Velha.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2015/Missao_Velha.pdf)>.
- Acessado: 23 de dezembro de 2019.
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm2015/Missao\\_Velha.pdf](http://www.ibge.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2015/Missao_Velha.pdf)>.
- Acessado 23 de dezembro de 2019.

LIMA, D. O.; SANTOS, J. S. Qualidade da água de cisternas usadas pelas famílias do distrito de Novo Paraíso, Jacobina- BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, p. 1419-1429, 2017.

MATIAS, J. A. B. **Cisterna de placas pré-moldadas**. In: 3º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva no Semiárido. Petrolina, PE, 21 –23 de novembro de 2001.

MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.21, n.3, p.695-708, 2016.

MORAIS, G. F. O.; VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; SANTOS, N. A. Qualidade da Água de Cisternas em Comunidades Rurais do Semiárido de Sergipe. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 14, n.7, 2018.

MOTA, A. C. S. **Produção e experimentação de recurso didático contextualizado no ensino de geografia física para as escolas do campo: o caso da representação da Bacia Hidrográfica do Semiárido através das maquetes**. Sumé - PB: [s.n], 2019.

Ó, K. D. S.; MELO, V. S. **Qualidade da água armazenada em cisternas de placas, na micro região do semiárido nordestino–PB**. Anais... II Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2017

QUEIROZ, T. M.; OLIVEIRA, L. C. P. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). **Engenharia Ambiental e Sanitária**, v.23, n. 1, p. 173-180, 2018.

SILVA, C.V.; 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. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, n.4, p.393-400, 2012.

SOUZA, S. H. B.; MONTENEGRO, S. M. G.L.; SANTOS, S. M.; PESSOA, S. G. S. Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n.3, p.81-93, 2011.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.