

# Monitoramento da qualidade físico-química da água de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB

*Monitoring of physical and chemical quality of the water cistern from the community Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB*

**Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira\***, **Damião Alves dos Santos Silva**,  
**Itamar Miranda Pereira**, **Marcelo Bento da Silva**, **Winício de Abreu Alves**,  
**Yara Natane Lira Duarte**, **Everton Vieira da Silva**

*Universidade Federal de Campina Grande, campus Cajazeiras, Paraíba.*

*\*gutierrezquimica12@gmail.com*

**Submetido em 06/07/2020; Versão revisada em 05/10/2020; Aceito em 16/10/2020**

## **Resumo**

Cisternas de placas possibilitam a captação e armazenamento de água do período chuvoso para ser utilizada na estiagem, porém percebe-se a necessidade de verificar a sua qualidade e acompanhar periodicamente. Neste contexto, esse estudo objetiva monitorar a qualidade da água de cisterna na Comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios-PB. Um total de 10 cisternas foram selecionadas para coletas de amostras ao longo de cinco meses para determinação do pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Dissolvidos Totais, Cor Aparente, Turbidez, Dureza Total, Alcalinidade Total e Cloretos Totais. Para 20% das amostras o pH medido estava fora dos padrões estabelecidos pela portaria vigente, chegando a atingir valores de 11,12 e 11,52. Destaque também na alcalinidade total da amostra A08 que atingiu 502,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Essas alterações estão relacionadas com as formas de manejo e utilização, tornando-se necessário a capacitação dos usuários para melhor manutenção e utilização das cisternas sem comprometer a qualidade da água armazenada.

**Palavras-Chaves:** Recursos hídricos, Reservatórios pluviais, Controle de qualidade.

## **Abstract**

Plate cisterns make it possible to capture and store water from the rainy season to be used in the dry season, but there is a need to check its quality and monitor it periodically. In this context, this study aims to monitor the quality of cistern water in the Baixa Grande Community, Cachoeira dos Índios PB. Ten cisterns were selected for sample collection over five months to determine pH, electrical conductivity, total dissolved solids, apparent color, turbidity, total hardness, total alkalinity and total chlorides. 20% of the samples had a pH outside the standards established, with values of 11.12 and 11.52. Also highlighted in the total alkalinity of the sample A08, which reached 502.0 mgCaO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Therefore, these changes are related to the forms of management and use, making it necessary to train users to better maintain and use cisterns without compromising the quality of stored water.

**Keywords:** Water resources, Rain reservoirs, Quality control.

## INTRODUÇÃO

Caracterizada pela pouca disponibilidade hídrica devido ao predominante clima semiárido, a região Nordeste brasileira sofreu por diversos anos com os longos períodos de estiagem. Diante desse cenário, políticas públicas que viabilizassem a convivência com esse aspecto natural foram surgindo, dentre elas, a construção das cisternas de placas.

As cisternas foram financiadas pelo Governo Federal através do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), iniciado em 2003. Essa tecnologia social consiste em captar e armazenar a água do período chuvoso para que possa ser utilizada durante a estiagem, e assim atender às necessidades básicas referentes ao uso da água, otimizando a convivência com a seca de diversas famílias nordestinas (ASSIS, 2012).

A presença das cisternas nessa região contribuiu para o bem-estar de diversas famílias, que anteriormente necessitavam se deslocar a localidades distantes para obter acesso à água. Desse modo, com esses reservatórios pluviais os beneficiados podem ter acesso à água possivelmente potável próximo a suas residências, partindo do princípio de que haja um determinado cuidado com a manutenção da cisterna e, conseqüentemente, com a água armazenada (GOMES; HELLEN, 2016).

Diante do exposto, é de suma importância a avaliação dos parâmetros de qualidade das águas utilizadas para o consumo humano armazenadas em cisternas. Quando os devidos cuidados como preservação, limpeza, manutenção, manejo adequado, entre outros aspectos, não são adotados, possíveis alterações nos padrões de potabilidade podem surgir.

Devido a isso, a saúde dos consumidores pode ser comprometida ao consumir uma água sem qualidade. Dentre os aspectos que determinam ou contribuem para a qualidade da água, pode-se citar: conservação, a não exposição de contaminantes durante o processo de captação, armazenamento e tratamento, enfim, todo o percurso até chegar ao

consumidor precisa ser considerado (MORAIS, 2016).

Compreendendo a importância na análise da qualidade da água para finalidades potáveis, como é o caso das águas armazenadas nas cisternas de placas, objetiva-se nesta pesquisa monitorar águas pluviais armazenadas nas cisternas da comunidade Baixa Grande, espaço rural do Município de Cachoeira dos Índios - PB.

Os parâmetros físicos e químicos foram avaliados e comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) da Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017. A portaria estabelece padrões de qualidade para águas de consumo humano e, além disso, foram utilizados outros trabalhos acadêmicos desenvolvidos nessa perspectiva, corroborando na compreensão do nível de qualidade da água das cisternas da comunidade Baixa Grande.

Partindo disso, a adoção de estudos sobre qualidade da água para o consumo humano em comunidades como Baixa Grande passa a ser fundamental. Normalmente, essas localizações possuem apenas as cisternas como fonte de água potável. Portanto, é importante conhecer a qualidade da água que é utilizada para diversas finalidades, principalmente para beber, como também identificar as possíveis interferências na manutenção de sua qualidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa pode ser classificada como sendo do tipo quali-quantitativa, tratando-se de sua abordagem, porque busca a compreensão dos fenômenos envolvidos a partir da natureza dos dados, pois realiza uma investigação de causas, adotando medidas objetivas, avaliando suposições, além de buscar compreender a ocorrência de determinadas situações (PRODANOV; FREITAS, 2013).

No que se refere à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, de modo que o estudo vislumbra a produção de novos conhecimentos que possam ser aplicados na resolução de problemas já existentes. Quanto aos objetivos, classifica-se como uma

pesquisa de cunho explicativo, uma vez que buscará, através de análises e de interpretações, explicar os fenômenos envolvidos no estudo (PRODANOV; FREITAS, 2013)

Com relação aos procedimentos, trata-se de uma pesquisa experimental, uma vez que propõe evidenciar e compreender, através da observação e controle de variáveis relacionadas aos fenômenos em observação, os porquês da ocorrência destes (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; PRODANOV; FREITAS, 2013).

As amostras de águas foram coletadas em cisternas construídas através do P1MC. Essas cisternas possuem um formato cilíndrico e com pelo menos dois terço de sua altura enterrada, para que tenha uma maior resistência e longevidade. O material utilizado consiste em placas de cimentos previamente moldadas em um formato retangular, com dimensões padronizadas (60 cm de altura e 50 cm de largura). A capacidade de armazenamento em volumes de água é de 16 mil L.

Esse espaço rural pertence ao Município de Cachoeira dos Índios - PB, situando-se à distância de 481,6 km da capital João Pessoa. De acordo com o último Censo realizado no ano de 2010, o município em questão apresenta um total de 10.244 habitantes, com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,587 (IBGE 2019).

Como critério de pesquisa, selecionou-se famílias que possuem cisternas construídas pelo programa P1MC e que fossem abastecidas exclusivamente com água da chuva. No total, dez famílias foram identificadas com as condições mencionadas. Como a comunidade apresenta uma população e extensão territorial significativa, o critério de seleção foi dado a partir das residências que se apresentavam mais próximas umas das outras e que fazem uso contínuo da cisterna.

A presente pesquisa prosseguiu-se com coletas mensais (junho a outubro) de amostras de água das cisternas de placa. O procedimento para realizar as análises dos parâmetros físicos e químicos

ocorreu da seguinte forma:

1º) Utilizou-se garrafas de poliestireno com capacidade de 500 mL para as coletas das amostras de água. Os recipientes foram previamente lavados com detergente e esponja, seguidos por enxague com água destilada e deixados para secar.

2º) As coletas sempre iniciavam no período da manhã, por volta das 05h30min e pela cisterna A01 até a cisterna A10. Na medida em que se realizava a coleta, verificava-se também a temperatura da água com um termômetro. Ao fim, as amostras eram conservadas em um *cooler* com gelo e deslocava-se aos laboratórios para realização das análises;

3º) As análises dos parâmetros físicos e químicos foram realizadas no Laboratório de Química do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande (CFP/UFCG) e no Laboratório de Águas do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (CCT/UFCG). Adotou-se os métodos analíticos descritos no Manual do Bolso da Funasa (2013), quanto aos parâmetros de pH, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Cor Aparente, Turbidez, Cloretos, Dureza Total e Alcalinidade Total. Na Tabela 1, estão listados os métodos utilizados para realização de cada parâmetro.

**Tabela 1**

Métodos utilizados para análises dos parâmetros físicos e químicos.

Parâmetros Físicos e Químicos	Procedimentos de Análises desenvolvidas
(pH)	Medidor de pH - tecnopon/mPa210
Condutividade	Condutivímetro de bancada - SCHOT/ CG - 853
STD	Condutivímetro de bancada - SCHOT/ CG - 853
Turbidez	Turbidímetro - DEL LAB/DLT - WV
Cor aparente	Colorímetro - Dellab/DLNH-100
Cloretos totais	Titulação com Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) a 0,01N
Dureza total	Titulação com EDTA a 0,0141 N
Alcalinidade total	Titulação com Nitrato de Prata (AgNO <sub>3</sub> ) a 0,014N

Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

Vale ressaltar que os procedimentos foram realizados em triplicadas para confiabilidade dos resultados, sendo assim calculado a média e o desvio padrão dos respectivos resultados. Os dados também foram submetidos a análises estatísticas, adotando-se a comparação das médias, conforme o teste de Tukey, com relevância ao nível de 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006 apud SEGTOVIC et al., 2013) e processados através do programa de computador Assistat® (SILVA; AZEVEDO, 2009 apud CRUZ et al., 2016). Os dados foram organizados e estruturados em tabelas seguidas de discussão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados em relação ao pH das águas das cisternas de Baixa Grande, no qual todas são utilizadas para beber e algumas para cozinhar. Além disso, destacam-se as variações recorrentes ao longo de cinco meses de cada amostra analisada.

**Tabela 2**

Análise do pH das águas de cisterna da Comunidade de Baixa Grande, Cachoeira dos Índios-PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	7,43 <sup>b</sup> ± 0,01	8,62 <sup>a</sup> ± 0,23	7,32 <sup>b</sup> ± 0,66	8,61 <sup>a</sup> ± 0,25	8,70 <sup>b</sup> ± 0,14
A02	7,81 <sup>b</sup> ± 0,26	8,56 <sup>a</sup> ± 0,02	8,21 <sup>ab</sup> ± 0,62	8,64 <sup>a</sup> ± 0,08	8,74 <sup>a</sup> ± 0,20
A03	7,75 <sup>b</sup> ± 0,04	8,36 <sup>b</sup> ± 0,15	8,26 <sup>ab</sup> ± 0,53	8,53 <sup>a</sup> ± 0,10	8,35 <sup>a</sup> ± 0,21
A04	8,16 <sup>a</sup> ± 0,31	8,42 <sup>a</sup> ± 0,11	8,30 <sup>a</sup> ± 0,29	8,48 <sup>a</sup> ± 0,02	8,50 <sup>a</sup> ± 0,00
A05	8,24 <sup>a</sup> ± 0,04	8,34 <sup>ab</sup> ± 0,09	8,50 <sup>a</sup> ± 0,24	8,32 <sup>ab</sup> ± 0,06	8,41 <sup>ab</sup> ± 0,13
A06	8,34 <sup>a</sup> ± 0,11	8,42 <sup>ab</sup> ± 0,04	8,52 <sup>a</sup> ± 0,05	8,52 <sup>a</sup> ± 0,11	8,50 <sup>a</sup> ± 0,00
A07	8,75 <sup>a</sup> ± 0,21	8,25 <sup>b</sup> ± 0,21	8,26 <sup>b</sup> ± 0,08	8,41 <sup>b</sup> ± 0,01	8,30 <sup>b</sup> ± 0,00
A08	11,5 <sup>a</sup> ± 0,03	10,6 <sup>a</sup> ± 1,06	11,5 <sup>a</sup> ± 0,01	9,88 <sup>a</sup> ± 0,11	11,4 <sup>a</sup> ± 0,00
A09	11,0 <sup>a</sup> ± 0,03	11,0 <sup>a</sup> ± 0,07	11,1 <sup>a</sup> ± 0,04	11,1 <sup>a</sup> ± 0,10	11,0 <sup>a</sup> ± 0,14
A10	8,75 <sup>b</sup> ± 0,21	9,18 <sup>ab</sup> ± 0,25	9,34 <sup>a</sup> ± 0,32	9,24 <sup>ab</sup> ± 0,17	9,05 <sup>ab</sup> ± 0,35

Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 6,0 a 9,5

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado.

De acordo com a Tabela 2, 80% das amostras apresentaram pH ideal para água de consumo humano. As amostras A08 e A09 exibiram um pH significativamente alto, chegando a atingir valores de 11,5 (agosto) e 11,1 (agosto), respectivamente. Esses valores estão fora dos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05, que estimam para o parâmetro valores entre 6,00 a 9,5. Em um trabalho

similar, Costa (2015) encontrou resultados máximos de pH na faixa de 7,5, isto é, pouco abaixo aos identificados nesta pesquisa, mas dentro da faixa determinada pela legislação vigente.

A elevação de pH encontrada nas cisternas, objeto de estudo, pode ser justificada pela manutenção inadequada realizada por algumas famílias, como é o caso da A08 e A09, na qual os proprietários executaram uma pintura na parte interna da cisterna com Óxido de Cálcio (CaO), além de cimentação para inibir possíveis vazamentos.

De acordo com Mader (2003), o CaO, que é um óxido básico, pode reagir com a água (H<sub>2</sub>O) e produzir hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), uma substância alcalina e, com isso, favorecer a elevação do pH, podendo tornar a utilização da água inapropriada para ingestão, como também para determinada atividade que requer um pH menor.

Realizar o monitoramento do pH das águas pluviais é de suma importância. Machado (2017) descreve que alguns fatores podem alterar esse parâmetro em questão, pois os materiais utilizados para construção das cisternas, bem como os utilizados para manutenção, podem ter alguns de seus componentes solubilizados na água, alterando as características físico-químicas, tornando seu uso inapropriado.

Na tabela 3, estão dispostos os resultados com relação à condutividade elétrica das águas de cisterna do estudo em questão.

**Tabela 3**

Análise da Condutividade Elétrica (µS.cm<sup>-1</sup>) das águas de cisterna, comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	53,9 <sup>c</sup> ± 0,14	38,0 <sup>d</sup> ± 0,23	33,3 <sup>e</sup> ± 0,28	69,4 <sup>a</sup> ± 0,07	58,2 <sup>b</sup> ± 1,28
A02	28,4 <sup>e</sup> ± 1,41	35,0 <sup>d</sup> ± 0,01	48,0 <sup>c</sup> ± 3,32	60,7 <sup>b</sup> ± 0,28	70,7 <sup>a</sup> ± 3,39
A03	23,8 <sup>e</sup> ± 1,34	35,0 <sup>d</sup> ± 0,40	37,8 <sup>c</sup> ± 1,41	107 <sup>a</sup> ± 1,13	60,4 <sup>b</sup> ± 1,27
A04	83,4 <sup>c</sup> ± 2,19	35,0 <sup>d</sup> ± 0,10	96,4 <sup>b</sup> ± 6,22	43,4 <sup>d</sup> ± 1,06	119 <sup>a</sup> ± 2,33
A05	33,2 <sup>d</sup> ± 0,14	38,0 <sup>d</sup> ± 0,02	45,4 <sup>b</sup> ± 2,19	48,2 <sup>a</sup> ± 0,35	46,8 <sup>ab</sup> ± 2,05
A06	31,0 <sup>c</sup> ± 1,77	38,0 <sup>d</sup> ± 0,02	46,6 <sup>b</sup> ± 2,62	27,2 <sup>c</sup> ± 28,6	59,2 <sup>a</sup> ± 1,27
A07	33,1 <sup>d</sup> ± 0,57	35,0 <sup>d</sup> ± 0,11	46,2 <sup>b</sup> ± 0,57	46,4 <sup>b</sup> ± 0,49	61,2 <sup>a</sup> ± 1,63
A08	326 <sup>b</sup> ± 4,24	54,0 <sup>d</sup> ± 0,20	367 <sup>a</sup> ± 5,37	121 <sup>c</sup> ± 1,27	391 <sup>a</sup> ± 30,4
A09	134 <sup>c</sup> ± 1,77	53,0 <sup>d</sup> ± 0,03	177 <sup>a</sup> ± 2,90	175 <sup>a</sup> ± 2,33	156 <sup>b</sup> ± 13,9
A10	31,4 <sup>e</sup> ± 0,35	35,0 <sup>d</sup> ± 0,02	46,5 <sup>c</sup> ± 1,41	50,9 <sup>b</sup> ± 0,64	58,4 <sup>a</sup> ± 1,63

Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado.

Observa-se na Tabela 3 que de um modo geral, nos meses de setembro e outubro, as amostras obtiveram os valores mais altos de condutividade elétrica. Isso pode ser justificado pelo fato de o volume das águas estarem menores em comparação aos demais meses. Cunha (2014) descreve que, como a CE está relacionada à presença de íons na água, com o baixo volume de água, isso faz com que essa concentração aumente e conseqüentemente eleve o valor da condutividade elétrica.

Além disso, é perceptível uma variação estatística em 100% das amostras, pois ao longo do tempo ocorreram diferentes mudanças a respeito da CE, no qual há consideráveis diminuições no mês de julho e aumento nos meses seguintes. Levando em consideração os meses de análise dessa pesquisa, os maiores valores de precipitações pluviométricas na região de Cachoeira dos Índios - PB ocorreram em junho e julho, como mostra os dados da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba). Essas constatações podem justificar os valores observados na análise da CE, pois o aumento do volume de água nas cisternas, proporcionado pelas chuvas, favoreceram uma maior diluição dos íons presentes e conseqüentemente menores valores para CE em junho e julho (AZEVEDO, 2014).

Algumas amostras destacaram-se por apresentarem um valor expressivo da CE, sendo: a amostra A04 que atingiu  $119,8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , a A08 com  $391,5\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e a amostra A09 com valor máximo na faixa de  $177,4\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Percebe-se que esses dados são referentes aos últimos meses de análise, ou seja, quando o nível de água da cisterna estava mais baixo quando comparado com os primeiros meses de coleta, contribuindo para um aumento da CE nos referidos meses.

A Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017 não estabelece padrões para o parâmetro da CE, porém, para AgSolve (2013), a água pura da chuva apresenta CE de  $15\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Assim, percebe-se uma significativa alteração desse padrão físico da água ao longo do processo de captação e

armazenamento. Foi constatado que 60% das amostras apresentaram dados abaixo de  $100\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . No AgSolve (2013), por exemplo, nota-se números inferiores a essa faixa de  $100\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , comparado com trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores. Como pode ser observado nos dados obtidos por Amorim e colaboradores (2017), a CE das águas de cisternas domiciliares de comunidades do município de Petrolina – PE atingiu  $51,43\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

Já no trabalho de Machado (2017), os resultados identificados são bem inferiores, comparados com dados dessa pesquisa, constatando um valor médio de  $27,91\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  em águas de cisternas. Porém, na análise da amostra A03, no mês de junho, foi identificado um valor de CE similar aos de Machado (2017). Esse aspecto se deve pelo alto volume de água e recente limpeza realizada pelos proprietários da cisterna A03. Macho (2017) descreveu situação semelhante sobre as águas de cisternas analisada em sua pesquisa.

Outro parâmetro que apresenta uma significativa importância na avaliação da qualidade de água para consumo humano são os SDT. De acordo com Costa (2015), essa análise fornece informações sobre o grau de componentes sólidos dissolvidos na água. Para Machado (2017), uma elevada concentração desses sólidos pode acarretar problemas, tais como: alteração no gosto, tornando sua ingestão desagradável e o consumo em excesso, que pode ocasionar problemas renais, pois proporciona um acúmulo de sais na corrente sanguínea, acarretando a formação de cálculos renais.

Neste contexto, a Tabela 4 dispõe dos resultados de SDT evidenciados nas cisternas utilizadas para o consumo humano da comunidade Baixa Grande.

Observa-se na Tabela 4 uma variação estatística em 100% das amostras. Outro aspecto perceptível é a variação dos valores mais elevados de SDT, no qual os índices mais altos ocorrem em diferentes meses na maioria das amostras estudadas. Como os sólidos dissolvidos totais estão relacionados

à impureza sólida dissolvida na água, isso pode justificar essa variação observada, pois como a prática de cuidado com a cisterna é específica para cada usuário, o nível de impurezas que há em cada cisterna também será diferente, como foi observado nas análises (ARAÚJO, 2017).

**Tabela 4**

Análise dos Sólidos Dissolvidos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	53,5 <sup>a</sup> ± 0,70	59,0 <sup>a</sup> ± 0,00	35,5 <sup>c</sup> ± 2,12	32,0 <sup>d</sup> ± 0,00	32,5 <sup>d</sup> ± 0,00
A02	28,5 <sup>e</sup> ± 0,71	28,0 <sup>e</sup> ± 0,00	49,5 <sup>b</sup> ± 0,71	47,0 <sup>c</sup> ± 0,00	61,5 <sup>a</sup> ± 2,12
A03	24,0 <sup>d</sup> ± 1,41	33,5 <sup>c</sup> ± 0,57	39,5 <sup>c</sup> ± 0,71	86,5 <sup>a</sup> ± 0,71	54,0 <sup>b</sup> ± 0,71
A04	82,0 <sup>c</sup> ± 0,00	180 <sup>a</sup> ± 0,90	98,0 <sup>b</sup> ± 0,00	37,0 <sup>e</sup> ± 0,00	106 <sup>a</sup> ± 0,71
A05	32,5 <sup>d</sup> ± 0,71	79,0 <sup>b</sup> ± 0,23	46,5 <sup>a</sup> ± 0,71	42,0 <sup>bc</sup> ± 0,00	44,5 <sup>ab</sup> ± 3,54
A06	30,5 <sup>d</sup> ± 0,71	57,0 <sup>c</sup> ± 7,65	46,5 <sup>b</sup> ± 2,12	47,0 <sup>b</sup> ± 1,41	53,0 <sup>a</sup> ± 0,00
A07	32,0 <sup>b</sup> ± 0,00	39,5 <sup>b</sup> ± 2,04	47,5 <sup>b</sup> ± 0,71	43,5 <sup>b</sup> ± 0,71	74,5 <sup>a</sup> ± 27,6
A08	318 <sup>b</sup> ± 3,54	304 <sup>a</sup> ± 15,3	366 <sup>a</sup> ± 13,4	114 <sup>c</sup> ± 2,83	35,0 <sup>a</sup> ± 34,6
A09	131 <sup>b</sup> ± 1,41	310 <sup>b</sup> ± 2,45	178 <sup>a</sup> ± 0,71	166 <sup>a</sup> ± 1,41	137 <sup>b</sup> ± 14,8
A10	30,5 <sup>d</sup> ± 0,71	47,5 <sup>b</sup> ± 0,37	47,0 <sup>b</sup> ± 1,41	47,0 <sup>b</sup> ± 0,00	52,0 <sup>a</sup> ± 0,00

Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 1000  $\text{mg.L}^{-1}$

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado.

Todas as amostras pesquisadas apresentaram resultados menores, comparados ao VMP 1000  $\text{mg.L}^{-1}$ , estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. No entanto, vale ressaltar que os números correspondentes às amostras A08 e A09 são significativamente elevados para o tipo de água em questão, chegando a resultados de 366  $\text{mg.L}^{-1}$  no mês de agosto para a amostra A08 e 166  $\text{mg.L}^{-1}$  no mês de setembro para amostra A09. Como já mencionado, um dos aspectos que pode ter contribuído para esse alto valor foi a pintura interna realizada pelos proprietários.

Xavier (2010) analisou as características da água pluvial em São João do Cariri-PB, indicando os SDT de 46  $\text{mg.L}^{-1}$  em 18 de março de 2009 e 68  $\text{mg.L}^{-1}$  em 23 de julho de 2009. Já no trabalho desenvolvido por Brito (et al., 2005), que analisaram cisternas que recebem tanto a água da chuva como água de carro pipa, os resultados variaram entre 128 e 230  $\text{mg.L}^{-1}$ .

Portanto, a partir da análise comparativa com esses estudos, pode-se perceber que apesar das cisternas A08 e A09 receberem apenas águas das

precipitações pluviométricas, seus índices de SDT são consideravelmente elevados. Diante disso, é evidente que o processo de utilização e/ou tratamento do reservatório comprometeu e influenciou significativamente na alteração desse parâmetro em 20% das amostras estudadas.

Seguindo nessa concepção, a aparência visual da água é outro aspecto no controle de qualidade, que também é indicado como parâmetro de análise pela Portaria de Consolidação nº 05/2017. Na Tabela 5, observam-se os dados referentes à turbidez das águas de cisterna estudadas nesta pesquisa.

**Tabela 5**

Análise da Turbidez em (NTU) das águas de cisterna da Comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,38 <sup>a</sup> ± 0,04			
A02	0,04 <sup>b</sup> ± 0,01	0,26 <sup>a</sup> ± 0,04			
A03	0,04 <sup>b</sup> ± 0,03	0,36 <sup>a</sup> ± 0,20			
A04	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,27 <sup>a</sup> ± 0,10			
A05	0,04 <sup>b</sup> ± 0,01	0,04 <sup>a</sup> ± 0,02			
A06	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,50 <sup>a</sup> ± 0,06			
A07	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,10 <sup>a</sup> ± 0,07			
A08	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,04 <sup>b</sup> ± 0,02	0,09 <sup>b</sup> ± 0,02	1,94 <sup>a</sup> ± 0,07
A09	0,04 <sup>b</sup> ± 0,03	0,50 <sup>a</sup> ± 0,27			
A10	0,04 <sup>b</sup> ± 0,01	0,09 <sup>a</sup> ± 0,02			

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 5,0 NTU

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado.

Ao analisar a tabela 5, verifica-se que, com exceção da amostra A08, todas as amostras apresentaram valores de 0,040 NTU entre os meses de junho e setembro. Porém, no último mês de monitoramento, 90% das cisternas apresentaram aumento significativo, chegando a apresentar variações de 1,945 NTU na amostra A08. Vale salientar que apesar da referida variação, os resultados obtidos estão em conformidade com Portaria nº 05/2017, que estabelece VMP de 5,0 NTU para o parâmetro de turbidez.

De acordo com Almeida (2018), quando um feixe de luz atravessa a água, ela pode sofrer um grau de atenuação, essa por sua vez ocorre devido a

a absorção e espalhamento da luz causados por sólidos suspensos na água, podendo ser, por exemplo: silte, areia, argila, algas, detritos entre outros. Como o volume da água das cisternas vai diminuindo ao longo do período de análise, as partículas existentes no fundo da cisterna ficam suspensas na superfície da água, podendo justificar a alteração ocorrida com relação ao mês de outubro, pois a quantidade de água no referido período é consideravelmente baixa em todos os reservatórios.

A análise de Cor Aparente é um dos padrões de potabilidade que determinam as características visuais da água. Os dados obtidos para esse parâmetro das águas dos reservatórios pluviais de Baixa Grande estão dispostos na Tabela 6.

**Tabela 6**

Análise de Cor Aparente (uH) das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	5,25 <sup>a</sup> ± 0,10	5,25 <sup>a</sup> ± 0,02	4,50 <sup>a</sup> ± 0,10	6,00 <sup>a</sup> ± 0,01	3,00 <sup>a</sup> ± 0,01
A02	4,50 <sup>a</sup> ± 0,10	4,50 <sup>a</sup> ± 0,02	7,00 <sup>b</sup> ± 0,20	2,00 <sup>a</sup> ± 0,20	12,0 <sup>c</sup> ± 0,10
A03	4,00 <sup>a</sup> ± 0,10	4,00 <sup>a</sup> ± 0,10	5,00 <sup>a</sup> ± 0,20	3,00 <sup>a</sup> ± 0,20	7,00 <sup>b</sup> ± 0,10
A04	1,75 <sup>a</sup> ± 0,10	1,75 <sup>a</sup> ± 0,02	2,50 <sup>a</sup> ± 0,10	1,00 <sup>a</sup> ± 0,10	4,00 <sup>b</sup> ± 0,10
A05	9,00 <sup>b</sup> ± 0,10	7,00 <sup>b</sup> ± 0,02	9,00 <sup>b</sup> ± 0,20	5,00 <sup>a</sup> ± 0,02	9,00 <sup>b</sup> ± 0,20
A06	1,50 <sup>a</sup> ± 0,10	1,50 <sup>a</sup> ± 0,20	3,00 <sup>a</sup> ± 0,20	5,00 <sup>b</sup> ± 0,02	6,00 <sup>b</sup> ± 0,02
A07	6,75 <sup>a</sup> ± 0,10	6,75 <sup>a</sup> ± 0,02	8,50 <sup>b</sup> ± 0,20	5,00 <sup>a</sup> ± 0,10	12,0 <sup>c</sup> ± 0,21
A08	9,75 <sup>a</sup> ± 0,10	9,75 <sup>a</sup> ± 0,10	7,50 <sup>a</sup> ± 0,20	12,0 <sup>ab</sup> ± 0,02	12,0 <sup>ab</sup> ± 0,00
A09	6,00 <sup>a</sup> ± 0,10	6,00 <sup>a</sup> ± 0,01	6,00 <sup>a</sup> ± 0,01	6,00 <sup>a</sup> ± 0,31	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00
A10	5,25 <sup>a</sup> ± 0,10	5,25 <sup>a</sup> ± 0,02	4,50 <sup>a</sup> ± 0,10	6,00 <sup>a</sup> ± 0,01	3,00 <sup>a</sup> ± 0,01

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 15 uH

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado.

A Portaria de Consolidação nº 05/2017, estabelece como VMP para o parâmetro de Cor Aparente igual a 15 uH. Com isso, ao analisar as amostras das águas de cisternas, pode-se constatar que 100% apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos. Os valores mais altos foram identificados nos três últimos meses de monitoramento, chegando a atingir até 12 uH, que corresponderam às amostras A02, A08 e A07.

Os maiores valores encontrados por Machado (2017) nas análises de cisterna de placa foram entre 3,86 e 6,49 uH, indo em concordância com 40% das amostras desta pesquisa, que em determinado mês apresentaram valores nessa faixa. No entanto, 60%

das amostras apresentaram dados de cor entre 7 uH e 12 uH em determinado período dos cinco meses de monitoramento.

A sequência do monitoramento é dada pela avaliação quanto aos parâmetros químicos da água. Na Tabela 7, estão expostos os resultados das análises dos teores de cloretos nas águas dos reservatórios pluviais em estudo.

**Tabela 7**

Análise de Cloretos (mg.L<sup>-1</sup>) das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	19,0 <sup>a</sup> ± 0,71	9,00 <sup>c</sup> ± 0,00	15,5 <sup>ab</sup> ± 0,71	12,0 <sup>c</sup> ± 4,95	8,50 <sup>c</sup> ± 0,71
A02	10,5 <sup>c</sup> ± 2,16	13,5 <sup>b</sup> ± 0,71	17,5 <sup>a</sup> ± 0,00	18,2 <sup>a</sup> ± 1,74	10,0 <sup>c</sup> ± 0,00
A03	15,2 <sup>b</sup> ± 1,77	10,5 <sup>c</sup> ± 0,71	19,0 <sup>a</sup> ± 1,41	13,0 <sup>bc</sup> ± 2,83	10,5 <sup>c</sup> ± 0,71
A04	15,0 <sup>a</sup> ± 0,71	12,0 <sup>b</sup> ± 0,00	16,5 <sup>a</sup> ± 1,41	12,0 <sup>b</sup> ± 1,41	10,5 <sup>b</sup> ± 0,71
A05	12,2 <sup>a</sup> ± 0,35	15,0 <sup>a</sup> ± 0,00	17,5 <sup>a</sup> ± 0,00	13,0 <sup>a</sup> ± 0,00	15,2 <sup>a</sup> ± 3,18
A06	14,2 <sup>bc</sup> ± 0,35	12,0 <sup>cd</sup> ± 0,00	19,7 <sup>a</sup> ± 1,16	16,5 <sup>b</sup> ± 2,12	9,95 <sup>d</sup> ± 1,35
A07	15,0 <sup>a</sup> ± 0,71	15,5 <sup>a</sup> ± 0,71	15,7 <sup>a</sup> ± 0,35	18,0 <sup>a</sup> ± 1,41	10,0 <sup>a</sup> ± 0,00
A08	101 <sup>a</sup> ± 4,24	21,5 <sup>d</sup> ± 0,71	63,5 <sup>b</sup> ± 2,12	26,0 <sup>c</sup> ± 0,00	18,5 <sup>d</sup> ± 0,71
A09	23,5 <sup>c</sup> ± 1,41	19,0 <sup>d</sup> ± 1,41	28,5 <sup>b</sup> ± 1,41	45,5 <sup>a</sup> ± 2,13	10,5 <sup>e</sup> ± 0,71
A10	19,0 <sup>a</sup> ± 0,71	9,00 <sup>c</sup> ± 0,00	15,5 <sup>ab</sup> ± 0,71	12,0 <sup>c</sup> ± 4,95	8,50 <sup>c</sup> ± 0,71

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 250 mg.L<sup>-1</sup>

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses

A partir dos dados verificados na Tabela 7, identificou-se que 100% das amostras estiveram dentro dos padrões de cloretos totais estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017, que considera teores máximos de 250 mgCl<sup>-1</sup>. Também é possível verificar variações estatísticas em 80% das amostras, com no máximo três repetições por amostra ao longo dos meses observados. Outro aspecto relevante que pode ser elencado trata-se dos maiores índices de teores de cloretos em 90% das amostras serem identificados nos meses de agosto e setembro.

Vale ressaltar que os resultados obtidos para a amostra A08 aponta uma maior elevação no teor de cloretos em relação as demais, tendo seu maior índice observado no mês de junho, com 102 mgCl<sup>-1</sup>. A concentração diminuiu consideravelmente chegando a 21,50 mgCl<sup>-1</sup> no mês seguinte. Essa diminuição no mês de julho é observada em 80% das amostras.

Araújo (2017) destaca alguns fatores que podem aumentar os teores de cloretos nas águas de cisterna, como: a inserção de hipoclorito de sódio

fornecido pelo Ministério da Saúde para tratamento químico da água; as formas de manutenção; pintura no interior da cisterna; cimentação no interior da cisterna; a falta de higienização antes do armazenamento da água. Todos esses aspectos, relacionados com o volume de água presente na cisterna, corroboram com o nível de concentração de cloretos na água, justificando a diminuição da concentração de cloretos totais observada no mês de julho.

O consumo de água com um alto teor de cloretos pode acarretar em problemas à saúde. De acordo com Costa (2015), quando o teor de cloretos é  $>100 \text{ mgCl} \cdot \text{L}^{-1}$ , a água pode apresentar um gosto salgado desagradável. Por isso, os proprietários da cisterna A08 relatavam que não estavam ingerindo a água.

Assim, percebe-se que com exceção da cisterna A08, as demais apresentam conformidade com os dados encontrados na literatura. Machado (2017) encontrou valores máximos de cloretos na faixa de  $15,66 \text{ mgCl} \cdot \text{L}^{-1}$ , enquanto que Azevedo (2014) apresentou dados de três cisternas com  $131,2 \text{ mgCl} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $9,5 \text{ mgCl} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $69,4 \text{ mgCl} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Outro aspecto que confere um gosto desagradável à água são as altas concentrações de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e/ou de magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ), que determinam a dureza da água. Nunes (2009) classifica os teores de dureza como: branda com concentrações  $<50,00 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ , moderada estando entre  $50,00$  e  $150 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ , dura com teores de  $150 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  a  $300 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  e, por último, muito dura com valores  $> 300 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Destarte, a Tabela 8 traz dados obtidos nos processos analíticos para determinação da dureza total das águas de cisternas.

Ao observar as amostras na Tabela 8, percebe-se variação estatística ao longo dos meses analisados em 100% dos reservatórios. Os meses com valores mais elevados distinguiram-se significativamente entre as amostras, estando as amostras A01, A04 e A07 com maiores teores de dureza no mês de agosto. Já as amostras A02, A08 e A10 apresentaram maiores

valores no mês de outubro. As demais, que correspondem a A03 e A09, tiveram seus índices mais elevados em setembro, já as A05 e A06 apresentaram os maiores teores identificados no mês de julho.

**Tabela 8**

Análise da Dureza Total ( $\text{mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ ) das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	$54,0^{ab} \pm 2,54$	$44,0^{ab} \pm 0,00$	$66,0^a \pm 2,83$	$36,0^b \pm 0,00$	$50,0^{ab} \pm 8,49$
A02	$44,0^c \pm 5,66$	$48,0^{bc} \pm 0,00$	$52,0^b \pm 5,66$	$52,0^b \pm 0,00$	$72,0^a \pm 0,00$
A03	$38,0^c \pm 2,83$	$42,0^c \pm 2,83$	$50,0^b \pm 2,83$	$102^a \pm 2,83$	$52,0^b \pm 0,00$
A04	$90,0^b \pm 2,83$	$92,0^b \pm 0,00$	$114^a \pm 8,49$	$40,0^c \pm 5,66$	$38,0^c \pm 2,83$
A05	$46,0^{ab} \pm 2,83$	$72,0^a \pm 28,28$	$48,0^{ab} \pm 11,3$	$42,0^b \pm 2,83$	$45,0^b \pm 4,24$
A06	$50,0^b \pm 2,83$	$64,0^a \pm 5,66$	$50,0^b \pm 2,82$	$52,0^{ab} \pm 5,66$	$48,0^b \pm 11,3$
A07	$42,0^a \pm 2,83$	$48,0^a \pm 11,3$	$48,0^a \pm 0,00$	$48,0^a \pm 5,66$	$48,0^a \pm 0,00$
A08	$164^c \pm 0,00$	$142^d \pm 2,83$	$182^b \pm 2,823$	$98,0^e \pm 2,83$	$203^a \pm 1,84$
A09	$82,0^c \pm 2,83$	$44,0^e \pm 0,00$	$96,0^a \pm 0,00$	$76,0^d \pm 0,00$	$88,0^b \pm 5,66$
A10	$44,0^b \pm 0,00$	$44,0^b \pm 0,00$	$48,0^a \pm 5,66$	$48,0^b \pm 0,00$	$52,0^a \pm 0,00$

Fonte: Arquivo Pessoal (2020).

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 =  $500 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado.

Os valores máximos permitidos para o padrão de dureza total em água para o consumo humano é de  $500 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Deste modo, compreende-se que todas as amostras estão em concordância com a Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017.

Todavia, vale ressaltar que algumas amostras apresentaram valores consideravelmente altos, como é o caso dos reservatórios das amostras A03  $102,0 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ , A04  $114,0 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  e A08  $202,7 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Para compreender a significativa elevação, comparando com os dados de Costa (2015), que analisou cisternas abastecidas por carro pipa em Santa Luzia, zona rural de Picuí – PB, os teores de dureza estiveram entre  $100,00 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  e  $180,00 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Assim, nota-se que 30% das de amostras de água das cisternas de Baixa Grande, apesar de serem abastecidas apenas por água da chuva, têm os índices de dureza total elevado.

Algumas contribuições são apontadas por *World Health Organization* - WHO (2006) com relação

aos valores elevados de dureza, sendo destacada a importância que águas com minerais cálcio e magnésio apresentam em comunidades carentes como suplementos alimentares.

Na Tabela 9, estão dispostos os dados obtidos quanto à alcalinidade das águas de abastecimento pluvial na comunidade Baixa Grande.

**Tabela 9**

Análise da Alcalinidade Total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ) das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios - PB.

Amostra	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	54,0 <sup>d</sup> ± 2,83	65,0 <sup>c</sup> ± 1,41	77,0 <sup>b</sup> ± 1,41	88,0 <sup>a</sup> ± 0,00	38,0 <sup>e</sup> ± 0,00
A02	63,0 <sup>d</sup> ± 1,41	84,0 <sup>c</sup> ± 0,00	104 <sup>b</sup> ± 2,83	120 <sup>a</sup> ± 0,00	59,0 <sup>e</sup> ± 1,41
A03	55,0 <sup>d</sup> ± 1,4	77,0 <sup>c</sup> ± 4,24	90,0 <sup>b</sup> ± 0,00	240 <sup>a</sup> ± 0,00	55,0 <sup>d</sup> ± 1,41
A04	181 <sup>c</sup> ± 4,24	205 <sup>b</sup> ± 1,41	223 <sup>a</sup> ± 1,41	108 <sup>d</sup> ± 0,00	111 <sup>d</sup> ± 1,41
A05	64,0 <sup>d</sup> ± 0,00	80,0 <sup>c</sup> ± 0,00	88,0 <sup>c</sup> ± 0,00	94,0 <sup>a</sup> ± 0,00	91,0 <sup>a</sup> ± 4,24
A06	69,0 <sup>d</sup> ± 4,24	80,0 <sup>c</sup> ± 0,00	94,0 <sup>b</sup> ± 0,00	106 <sup>a</sup> ± 0,00	47,0 <sup>e</sup> ± 1,41
A07	66,0 <sup>d</sup> ± 0,00	85,0 <sup>c</sup> ± 1,41	95,0 <sup>b</sup> ± 1,41	109 <sup>a</sup> ± 1,41	50,0 <sup>e</sup> ± 0,00
A08	381 <sup>b</sup> ± 1,41	329 <sup>c</sup> ± 1,41	502 <sup>a</sup> ± 2,83	254 <sup>d</sup> ± 2,83	209 <sup>a</sup> ± 1,41
A09	178 <sup>b</sup> ± 2,83	203 <sup>a</sup> ± 1,41	206 <sup>ab</sup> ± 2,83	213 <sup>ab</sup> ± 1,41	69,0 <sup>c</sup> ± 1,41
A10	73,0 <sup>d</sup> ± 1,41	86,0 <sup>c</sup> ± 0,00	99,0 <sup>b</sup> ± 1,41	108 <sup>a</sup> ± 0,00	40,0 <sup>e</sup> ± 0,00

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

\*As médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em cada amostra ao longo dos meses monitorado

Os dados da Tabela 9 representam os índices da alcalinidade total, que mede a contribuição de todas as possíveis fontes de alcalinidade total expressas em termos da concentração de  $\text{CaCO}_3$ . Para mais, a alcalinidade se refere à capacidade da água de neutralizar ácidos, isto é, o quanto a ação tamponante é efetiva, tendo em vista que os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  estão associados aos bicarbonatos (MACHADO, 2017).

Com relação às amostras analisadas, foram evidenciados diferentes valores durante o período de monitoramento, com aumento e diminuição dos índices de alcalinidade total ao longo dos meses. Observou-se os valores mais altos nos meses de agosto (20%) e setembro (80%). O que pode justificar essa variação são as condições nas quais as cisternas se encontravam nos momentos de coleta, pois as concentrações de  $\text{CaCO}_3$  podem ser provenientes da dissolução dos materiais para construção e/ou manutenção das cisternas, ou também de impurezas que possivelmente dissolveram na água armazenada (MORAIS, 2016).

A alcalinidade não apresenta VMP determinados na Portaria de Consolidação nº 05/2017, porém, de acordo com Lordelo, Porsani e Borja (2018), as águas naturais possuem alcalinidade que varia na faixa de 30 a 500  $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ . Deste modo, evidencia-se que 90% das amostras apresentaram teores dentro da faixa de águas naturais determinadas pelos autores mencionados, estando apenas a amostra A08 ligeiramente superior.

Contudo, em 40% das amostras foram constatados teores significativamente elevados, sendo esses casos representados de um modo geral pelas cisternas A03, A04, A08 e A09. Essa elevação evidenciada pode estar relacionada a manutenções na parte interna da cisterna; proprietários das cisternas A08 e A09 realizaram uma pintura interna com cal e cimentação, justificando o alto valor desse parâmetro. Já os colaboradores das cisternas A3 e A04 haviam apenas realizado limpeza antes do armazenamento, no entanto, o cuidado necessita ser constante para que impurezas externas não entrem e contaminem a água (SOUZA et al., 2019).

Como forma de compreender a variação constatada nas análises das águas pluviais das cisternas de Baixa Grande, ao comparar com resultados observados no trabalho de Xavier (2010) em águas distribuídas pelo carro pipa, a alcalinidade foi de 107  $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ , que se ajusta aos valores encontrados para as amostras deste trabalho. Já no abastecimento pluvial, os números foram na faixa média de 50  $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ , isto é, inferior aos resultados da maioria das amostras analisadas das cisternas de Baixa Grande. Apenas os valores de outubro estão próximos a essa faixa.

Em concordância, nas análises realizadas por Machado (2017) os dados obtidos foram de 57,73 a 61,38  $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ , e também foram inferiores aos valores determinados neste trabalho. Apenas os valores de outubro estão próximos a essa faixa, o que corresponde a 60% das amostras.

Apesar da alcalinidade não apresentar relevância sanitária para qualidade de águas, valores

elevados podem comprometer no sabor da mesma e, conseqüentemente, corroborar com a não utilização para fins de ingestão, isto é, para beber. Desse modo, é nítido que os índices determinados na amostra A08 foram elevados e isso também comprometeu no fato de a família não estar utilizando a água armazenada para beber, evidenciando, assim, uma triste realidade: ter no “quintal” de casa um reservatório de água e não poder desfrutar dos seus benefícios.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa identificaram que alguns parâmetros estiveram fora dos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05. 20% das amostras analisadas (A08 e A09) ao longo de cinco meses estiveram com alterações significativas, o que evidencia a necessidade de cuidados imediatos para que a água possa ser consumida, como: redução do pH, Dureza Total, Alcalinidade Total, DT e CE, que apresentaram índices elevados. As amostras das demais cisternas apresentaram condições ideais para o consumo.

Diante do exposto, compreende-se a importância do cuidado com a cisterna, pois as formas de manejo e manutenção podem comprometer a qualidade da água armazenada. Como observado nas cisternas A08 e A09, nas quais se apresentaram as principais alterações dos parâmetros físico-químicos, a realização de pintura e cimentação interna pelos proprietários contribuiu significativamente na modificação dos parâmetros analisados.

Nesse sentido, ressalta-se a importância do acompanhamento dos órgãos de vigilância nesse tipo de abastecimento, com a orientação das famílias sobre as práticas de utilização adequadas, para que não ocorra interferência na qualidade da água armazenada. Essas orientações podem ser realizadas através do processo socioeducativo, na promoção de palestras e encontros que discutem as questões aqui em pauta.

Em contrapartida, aspectos positivos foram identificados na maioria das cisternas, o que enaltece a

representatividade dos reservatórios pluviais, que foram adquiridos com muito esforço pelas famílias, que através dos cuidados diários mantêm os seus reservatórios em condições favoráveis, potencializando a capacidade e utilização ao longo do período de estiagem, de uma água com atribuições potáveis e com qualidade para o consumo humano.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio colaborativo da coordenação do Laboratório de Química do CFP/UFCG e do Laboratório de Águas do CCTA/UFCG por possibilitar a realização dos ensaios físico-químicos.

## REFERÊNCIAS

- AGSOLVE. **As soluções sob medida em tecnologia ambiental**. 2013. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-com-sondas-multiparametros>. Acesso em: 10 de nov. 2019.
- ALMEIDA, Hosana Maria Lima. **Avaliação da Qualidade da Água de Cisternas do Distrito de São José da Mata-PB**. 44 f. TCC apresentado ao curso de graduação (Química Industrial), da Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande, 2018.
- AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante, *et al.* Captação e armazenamento de água de chuva, Petrolina, PE: avaliação de aspectos estruturais e de qualidade da água. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado**. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160932/1/Luiza-2017.pdf>. Acesso em: 18 de set. de 2020.
- ARAÚJO, Luttemberg Ferreira de. **DesviuFPE como barreira sanitária para melhoria da qualidade de água de chuva em zona rural: determinação de deposição seca e melhoria de desempenho**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal do Pernambuco,

Caruaru PE, 2017.

ASSIS, Thiago Rodrigo de Paula. Sociedade civil e a construção de políticas públicas na região semiárida brasileira: o caso do programa um milhão de cisternas rurais (P1MC). **Revista de Políticas Públicas**, v. 16, n 1, p. 179-189, 2012.

AZEVEDO, Ramona Conceição Moreira de. **Uso de tecnologias sociais para adequação da qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru PE, 2014.

BRASIL, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019, Cachoeira dos Índios PB. Disponível em: , Caruaru PE, 2017.

ASSIS, Thiago Rodrigo de Paula. Sociedade civil e a construção de políticas públicas na região semiárida brasileira: o caso do programa um milhão de cisternas rurais (P1MC). **Revista de Políticas Públicas**, v. 16, n 1, p. 179-189, 2012.

AZEVEDO, Ramona Conceição Moreira de. **Uso de tecnologias sociais para adequação da qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru PE, 2014.

BRASIL, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019, Cachoeira dos Índios PB. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cachoeira-dos-indios/panorama>> Acesso em: 18 de set. de 2020.

\_\_\_\_\_, Ministério da Saúde Gabinete do ministro Portaria Nº 05, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 18 de set. de 2020.

BRITO, Luiza Teixeira de Lima. *et al.* Análise da qualidade das águas de cisternas em cinco municípios

do semiárido brasileiro. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Congresso Brasileiro De Agroecologia, 3.; Seminário Estadual de Agroecologia**, Florianópolis, 2005.

COSTA, Tereziana Silva da. **Monitoramento da qualidade de águas de cisternas e suas consequências para a saúde da comunidade santa luzia, município de Picuí-PB**. 2015, 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

CUNHA, Gisele Souza da. **Avaliação da qualidade das águas nas cisternas da comunidade Uruçu no município de Gurinhém: uma abordagem geográfica**. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), Universidade Federal da Paraíba, 2014.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de análise de água. 3ª ed. rev – Brasília, 144 p, 2013.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. (orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, (Série Educação a Distância), 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. Editora Atlas, Rio de Janeiro, 2008.

GOMES, Uende Aparecida Figueiredo; HELLER, Léo. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido:

Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 3, p. 623-633, 2016.

LORDELO, Lidiane Mendes Kruschewsky; PORSANI, José Milton; BORJA, Patrícia

Campos. Qualidade físico-química da água para abastecimento humano em municípios do sertão da Bahia: um estudo considerando diversas fontes de suprimento. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 97-105, 2018.

MACHADO, Taysa Tamara Viana. **Qualidade da água da chuva armazenada em cisternas de placas e de polietileno no seminário do estado da Paraíba**. 2017, 126 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e

Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, 2017.

MADER, Otto Samuel Neto. *et al.* Estudo das variações de pH no lodo caleado em função de diferentes dosagens de óxido de cálcio e teores de umidade. **Anais: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Joinville, 2003.

MORAIS, Gilsia Fabiane Oliveira. **Cisternas Domiciliares: qualidade da água para o consumo humano em comunidades rurais do semiárido Sergipano**. 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

NUNES, Shirle Kátia da Silva. **Remoção Conjugada de metais e óleo em água produzida**. 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal RN, 2009.

PARAÍBA, Governo do Estado da Paraíba. Agência Executiva de Gestão da Águas do Estado da Paraíba–AES A. **GeoPortal Aesa. Mapa das**

**Mesorregiões do Estado da Paraíba**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>>. Acesso em: 20 de set. 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Universidade Feevale – Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013.

SOUSA, Ana Caroline Rodrigues et al. Caracterização da qualidade da água de cisternas de municípios no sertão central do Ceará. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC)**, v. 5, n. 1, 2019.

XAVIER, Rogério Pereira. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande PB, 2010.

World Health Organization (WHO). **Hardness in Drinking-water**. 2 ed. Vol. 2. Geneva. 2006.