



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

DARLEI GUTIERREZ DANTAS BERNARDO OLIVEIRA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CISTERNA DA  
COMUNIDADE BAIXA GRANDE, CACHOEIRA DOS ÍNDIOS PB**

CAJAZEIRAS

2019

DARLEI GUTIERREZ DANTAS BERNARDO OLIVEIRA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CISTERNA DA  
COMUNIDADE BAIXA GRANDE, CACHOEIRA DOS ÍNDIOS PB**

Trabalho de conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* de Cajazeiras – como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Everton Vieira Silva

CAJAZEIRAS  
2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)  
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764  
Cajazeiras - Paraíba

O482m Oliveira, Darlei Gutierrez Dantas Bernardo.

Monitoramento da qualidade das águas de cisterna da Comunidade  
Baixa Grande, Cachoeira dos Índios-PB / Darlei Gutierrez Dantas  
Bernardo Oliveira. - Cajazeiras, 2019.

63f.: il.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Everton Vieira Silva.

Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2019.

1. Qualidade da água. 2. Recursos hídricos. 3. Reservatórios pluviais.  
4. Controle de qualidade. I. Silva, Everton Vieira. II. Universidade Federal  
de Campina Grande. III. Centro de Formação de Professores. IV. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU - 628.16

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CISTERNA DA  
COMUNIDADE BAIXA GRANDE, CACHOEIRA DOS ÍNDIOS PB**

Trabalho de conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* de Cajazeiras – como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

CONCEITO: \_\_\_\_\_

*Satisfatório*

SATISFATÓRIO (70 a 100), NÃO SATISFATÓRIO (0 A 69).

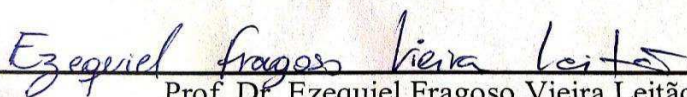
**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Everton Vieira Silva

(UACEN/CFP/UFCG – Orientador)



---

Prof. Dr. Ezequiel Fragoso Vieira Leitão

(UACEN/CFP/UFCG – Examinador 1)



---

Me Luis Fernando de Oliveira Coelho

(CCTA/UFCG – Examinador 2)

*A Deus, que sempre me deu forças para continuar e superar todas as dificuldades que a vida impõe, tornando-me mais forte a cada barreira enfrentada e mais feliz a cada sonho realizado, além de colocar pessoas maravilhosas em minha vida.*

*A Odair e a Clenilda, que me acolheram como filho e proporcionaram diversas oportunidades para que eu pudesse chegar a esse momento e realizar esse sonho que está sendo concretizado e que dará muitos frutos e alegrias para nossas vidas.*

*A toda comunidade Baixa Grande, um lugar onde as pessoas sabem serem humildes e acolhedoras, sempre acreditaram que eu conquistaria muitas coisas na vida, e hoje concretiza-se não a nossa.*

*A Yara Duarte, a pessoa que trouxe mais sentido para minha vida, além de ser companheira sabe muito bem ser amiga e me abraçar seja na dificuldade, seja nos bons momentos, sempre me apoiando em tudo que for bom e trazer alegria para mim.*

*Dedico!*

## AGRADRADECIMENTOS

O desenvolvimento de uma pesquisa acadêmica proporciona ao aluno compreender e vivenciar diversas situações ao longo do percurso, fazendo-o crescer como profissional e mais ainda como pessoa. Mais que realizar uma pesquisa, é realizá-la no seu local de origem, que teve e tem significativa importância na vida do pesquisador, e isso motiva-o ainda mais, a ter o desejo de oferecer aquela comunidade os conhecimentos construídos durante o processo de formação.

Portanto, a construção dessa pesquisa só foi possível mediante as Graças proporcionada pela Trindade Santa, esta composta por DEUS, JESUS CRISTO e o DIVINO ESPIRITO SANTO, este que é justamente o padroeiro da minha querida comunidade Baixa Grande, sou muito grato a tudo que a Trindade Santa fez e ainda faz em minha vida, colocando pessoas muito importantes nessas estradas da vida.

Entre essas pessoas, não posso e jamais esquecer tudo o que fizeram e ainda fazem por mim, sem pedir nada em troca só pelo simples fato de terem o coração bom e generoso, Odair e Clenilda, um casal que me adotaram como filho e que considero como meus pais, serei eternamente grato por tudo que vocês fizeram por mim. Além deles, Altair, Aldair e Janeleide que compõe essa família como irmãos e que também tiveram significativa influencia nessa caminhada.

Agradeço as minhas mães, sim no plural, tive a graça de ter quatro mães nessa vida, Maria Janeleide minha mãe biológica que mesmo estando longe com os meus dois irmãos Andrei e Agata sempre estiveram presente no meu coração apesar da vida ter nos separados fisicamente, mas sempre tivemos um ao outro em nossos corações.

Odilia e Mundinha essas duas mulheres que fizeram muito bem seus papéis de madrinha atuando como mães em minha vida, com apoio em todos os sentidos seja em palavra ou em qualquer outra atitude que vocês fizeram e ainda fazem por mim, jamais irei esquecer sempre irei agradecer a oportunidade de viver com vocês e com seus filhos: Odair e sua esposa Clenilda, Dailton e sua esposa Júlia e filhos, Dailson e seus filhos Dalice que me proporcionou o meu primeiro emprego e seu esposo Chico, e Dilma com suas filhas. Além de Otacilio esposo madrinha Mundinha e Padrinho Tico esposo de Madrinha Odilia.

Tornar-se um graduado em química é de longe o que o curso irá me oferecer de melhor. Foi preciso 4 anos de curso para entender que o amor da minha vida estava bem aqui do meu lado, pois é Yara, começamos a graduação como colegas de sala e hoje

somos namorados e não apenas namorados, mas amigos entre outras coisas que podem definir os sentimentos que temos um pelo outro, saiba que você é muito importante nessa caminhada, e que quero poder viver o resto da minha vida com você, te amo.

Outras pessoas que tiveram papel fundamental na minha vida são os meus avôs Zefa e Chiquinho, que me criaram dos 10 aos 16 anos de idade, dando comida, moradia e oportunidade de ir à escola quando minha mãe não pode estar presente, eles tiveram fundamental importância para que hoje eu pudesse estar aqui, além deles, seus filhos e meus tios Jocivan, Robinho, Janeleide sou muito grato a vocês também.

A todas as pessoas que residem na comunidade Baixa Grande, vocês que me acolheram e sempre me ajudaram de todas as formas que era possível, jamais irei esquecer das minhas origens, posso até ter nascido em São Paulo, mas meu coração é dessa Terrinha maravilhosa que sabe muito bem acolher as pessoas que vem de fora, assim como vocês fizeram comigo. Sou grato especialmente aos colaboradores deste trabalho, que confiaram suas cisterna e permitiram que eu pudesse desenvolver as análises para produção do meu TCC, muito obrigado a todos vocês.

Ao vim morar em Cajazeiras no ano de 2016, necessitei de dividir aluguel e umas das pessoas que abriu a porta para isso foi João Paulo, que juntamente a Danilo, Fernando e Heverton permitiram que eu pudesse vivenciar diversas alegrias nessa caminhada da graduação, aos poucos vocês foram saindo e outros foram chegando e deixando suas marcas como Willyan, Kamila e Gracieli, vocês são pessoas importantes na minha graduação onde dividimos todas as nossas angústias e felicidades, muito obrigado a todos.

Jamais posso esquecer do meu amigo e companheiro Damião, uma pessoa de caráter e incrível humildade que pude conhecer no curso, você foi o primeiro amigo que a Química me ofereceu e que vou levar por toda vida, muito obrigado por tudo que fizeste por mim, desejo muito sucesso na sua caminhada e espero poder partilhar outros momentos acadêmicos nessa nossa nova etapa de nossas vidas. Além de Damião, o curso também proporcionou amigos como Samila, Tamires, Taline, Cleiton, Juan, Mabson, Hevilla que fazem parte da turma 2015.1.

O desenvolvimento desse trabalho não trouxe a penas a experiência na pesquisa científica, mas fez com que pessoas como Everton Vieira na condição de Orientador, Yara Duarte, Itamar Miranda, Winício Abreu, Marcelo Bento e Damião Alves na condição de colaboradores do Projeto, proporcionasse os melhores momentos nesse curso, a ajuda de vocês nas análises foram fundamentais nessa construção, mas mais do que isso o companheirismo, amizade e a irmandade de vocês foi de uma forma tão grandiosa que

essas palavras não nem o mínimo da gratidão que tenho por todos vocês, foram cinco meses que valeu por todo o curso. Muito Obrigado família CFP.

Everton Vieira ou Evertim como muitos chamam, mas que para mim é Evertão, um pessoa incrível que passou de Orientador para amigo, mas que apesar disso nunca deixou que a amizade tivesse alguma influência profissional. Muito obrigado Everton por ter acreditado e confiado em mim, apesar das minhas ideias malucas de fazer as coisas, você nunca me deixou na mão e acreditou que poderia dar certo e assim oportunizou todas as coisas para conseguir os objetivos, e agora o trabalho está aqui, demonstrando que um professor ao acreditar e não desistir de um aluno pode torná-lo grande.

Quero agradecer a todos os colaboradores do CFP, desde a direção, professores, pessoal do RU, da Limpeza, Técnicos de laboratório, vocês representam muito na vida de cada estudante dessa instituição, cada esforço que fazem corrobora com a formação acadêmica de muita gente. Assim em nome de Alcantara, Marília, Jeferson agradeço a todos os técnicos, em nome de José Gorete agradeço a todos os Professores, e em nome de Ayane agradeço a todas as pessoas do RU. Não só eu mais todo o CFP agradece o trabalho que vocês executam. Ao Laboratório de análises de águas do CCTA/UFCG, campus de Pombal PB, pela colaboração e parceria nas análises desta pesquisa.

Agradecer também, ao Me. Luiz Fernando e ao Professor Dr Ezequiel Fragozo que trouxeram suas contribuições significativas na melhoria desta pesquisa.



*Dias ruins são necessários para que os dias bons possam valer a pena.*

**Dean Winchester**

## RESUMO

O propósito de convivência com a seca proporcionou o surgimento do Programa Um Milhão de Cisterna (P1MC), que consiste na construção de cisterna que possam captar e armazenar a água do período chuvoso e utiliza-la na estiagem. No entanto, dúvidas a respeito sobre a qualidade das águas desses reservatórios foram surgindo, objetivando-se assim nesta pesquisa monitorar e avaliar a qualidade da água de cisterna na Comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB. Assim, foram selecionadas 20 cisternas que mantêm seu abastecimento apenas com água das precipitações pluviométricas, seguindo com as análises dos parâmetros físico-químicos determinando o pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Dissolvidos Totais, Cor Aparente, Turbidez, Dureza Total, Alcalinidade Total e Cloretos, e os microbiológicos com a determinação do Número Mais Provável de Coliformes 35°C, Coliforme 45°C e presença ou ausência de *Escherichia coli*, analisados em um período de cinco meses. Os resultados apresentaram variação estatística em 100% das amostras em todos os parâmetros físico-químico. 20% das amostras tiveram o pH fora dos padrões determinados pela Portaria vigente, atingido valores de 11,12 e 11,52, além do SDT apresentarem valores relativamente alto para o tipo de água em questão chegando a atingir 366,5 mg.L<sup>-1</sup>. Observou-se também a presença de Coliforme 45°C em 95% das águas analisadas o que indica poluição fecal dos reservatórios. Contudo, a pesquisa em tela ressalta a importância das análises das águas de cisterna, pois identificou-se alterações em 100% das amostras, o que pode inviabilizar a utilização da água e proporcionar o surgimentos de problemas a saúde aos consumidores.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos; Reservatórios pluviais; Controle de qualidade

## **ABSTRACT**

The purpose of living with the drought led to the emergence of the One Million Cistern Program (P1MC), which consists of the construction of cisterns that can capture and store the rainy season water and use it in drought. However, doubts about the water quality of these reservoirs arose, thus aiming to monitor and evaluate the quality of cistern water in the Baixa Grande Community, Cachoeira dos Índios PB. Thus, 20 cisterns that maintain supply only with rainfall water, following the analysis of physicochemical parameters determining pH, Electrical Conductivity, Total Dissolved Solids, Apparent Color, Turbidity, Total Hardness, Total Alkalinity and Chlorides, and microbiological tests with the determination of most likely number of Coliforms 35°C, Coliforme 45°C and presence or absence of *Escherichia coli*, analyzed over a period of five months. The results showed statistical variation in 100% of the samples in all physicochemical parameters. 20% of the samples had the pH outside the standards determined by the current Ordinance, reaching values of 11.12 and 11.52, besides the SDT having relatively high values for the type of water in question reaching 366.5 mg.L<sup>-1</sup>. Coliforme 45°C was also observed in 95% of the analyzed waters, which indicates fecal pollution of the reservoirs. However, the on-screen research emphasizes the importance of cistern water analysis, as changes were identified in 100% of the samples, which may make water use impracticable and provide health problems for consumers.

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

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Cisterna de Placa construída pelo Programa Um Milhão de Cisterna..... (P1MC).....	.22
<b>Figura 2:</b> Característica de ambiente inadequado para localização da cisterna de placa... .....	24
<b>Figura 3:</b> Mapa de Localização da área de estudo da pesquisa e os pontos de coletas das águas de cisterna.....	31

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Análise do Potencial Hidrogênio Iônico das águas de cisterna da comunidade de Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB.....	35
<b>Tabela 2</b> - Análise da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) das águas de cisterna comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios .....	37
<b>Tabela 3</b> - Análise dos Sólidos Dissolvidos Totais ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB.....	39
<b>Tabela 4</b> - Análise da Turbidez em (NTU) das águas de cisterna da Comunidade Baixa Grande Cachoeira dos Índios.....	41
<b>Tabela 5</b> - Análise da Cor Aparente ( $\mu\text{H}$ ) das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande Cachoeira dos Índios PB.....	43
<b>Tabela 6</b> - Análise de Coretos ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande Cachoeira dos Índios PB.....	45
<b>Tabela 7</b> - Análise da Dureza Total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios. ....	47
<b>Tabela 8</b> - Análise da Alcalinidade Total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios.....	49
<b>Tabela 9</b> - Análise Microbiológica Coliforme 35°C ( $\text{NMP}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ) as águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira Índios.....	51
<b>Tabela 10</b> - Análise de Coliforme 45°C ( $\text{NMP}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ) das águas de cisterna de Baixa Grande, Cachoeira dos Índios.....	53
<b>Tabela 11</b> - Determinação da presença ou Ausência de Escherichia coli nas águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB.....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASA	Articulação no Semiárido Brasileiro
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos
CFP	Centro de Formação de Professores
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EA	Educação Ambiental
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
NMP	Número Mais Provável
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organizações das Nações Unidas
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas
RGT	Rede Globo de Televisão
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
VMP	Valor Máximo Permitido
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3 ESTADO DA ARTE</b> .....	19
3.1 RESERVATÓRIOS PLUVIAIS: A HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DE PLACA NO BRASIL .....	19
3.3 AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA .....	25
3.4 PRINCIPAIS ESTUDOS A RESPEITO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CISTERNA.....	27
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	29
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	29
4.2 LÓCUS E PÚBLICO ALVO.....	30
4.3.1 Primeiro Momento: Seleção das cisternas com abastecimento exclusivamente das precipitações pluviométricas.....	32
4.3.2 Segundo Momento: Análises dos Parâmetros Físico, Químico e Microbiológico .....	32
4.3.3 Terceiro Momento: Análise dos resultados .....	33
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
5.2 A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE CISTERNA DA COMUNIDADE BAIXA GRANDE.....	34
5.3 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DE CISTERNA DA COMUNIDADE BAIXA GRANDE.....	51
<b>REFRÊNCIAS</b> .....	59

## 1 INTRODUÇÃO

A Região Nordeste brasileira é marcada pelo enfrentamento dos longos períodos de estiagem proporcionada pelo predominante Clima Semiárido. Essa característica climática, direciona a população na busca de possibilidades que venham favorecer o desenvolvimento e/ou sobrevivência nessas localidades constituídas pela escassez de água. Dentre as alternativas para o enfrentamento desse fenômeno natural, a captação e armazenamento de água pluvial tornaram-se um meio plausível para a superação das dificuldades proporcionadas pelo baixo índice de precipitação pluviométrica (LORDELO et al., 2017).

As construções das cisternas de placas (reservatório de captação pluvial) receberam grande destaque na última década como potencializadoras na superação do pouco recurso hídrico, viabilizada pelo Programa Um Milhão de Cisterna (P1MC) do Governo Federal no ano de 2003. As cisternas proporcionaram a diversas famílias, principalmente as do espaço rural, a captar e armazenar água no período chuvoso para suprir sua falta durante boa parte da estiagem, atendendo assim às necessidades básicas para sobrevivência e manutenção na região (ASSIS, 2012).

A presença das cisternas nessas regiões, como a Nordeste brasileira, contribuiu para o bem-estar de diversas famílias da região, que anteriormente necessitavam se deslocar a localidades distantes para obter acesso à água de qualidade. 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 da água armazenada (GOMES; HELLEN, 2016).

Assim, o presente estudo, materializa-se a partir do tema “Qualidade das águas pluviais armazenadas em cisternas” estabelecendo como problemática da pesquisa: Será que água da chuva captada nas cisternas e consumida pela comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB apresenta condições favoráveis de potabilidade e que não venham a interferir na saúde dos consumidores?

Nessa perspectiva, torna-se necessário a avaliação da qualidade das águas de cisternas, como também, compreender as práticas de tratamento e utilização adotadas pelos proprietários, observando seus reflexos nas propriedades físico-químicas e na proliferação de microrganismos patogênico, que podem afetar a sua potabilidade e inviabilizar a sua utilização para diversos fins.



Partindo disso, a adoção de estudos de qualidade e acompanhamento de comunidades como a de Baixa Grande, passa a ser fundamental para entender o que interfere na qualidade da água de cisternas e buscar meios de informar a população utilizadora dessas fontes de armazenamento pluvial. E assim, identificar os métodos mais adequados e economicamente viáveis para serem utilizados antes, durante e depois do processo de captação e principalmente para uma utilização adequada na manutenção da qualidade da água.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Monitorar e avaliar a qualidade das águas de cisternas da Comunidade de Baixa Grande, Cachoeira dos Índios-PB.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as cisternas existentes na comunidade de Baixa Grande do Município de Cachoeira dos Índios PB, que fazem abastecimento exclusivamente com água da chuva;
- Registrar amostras de água coletada no período de cinco meses para análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico;
- Comparar os resultados obtidos das análises com a Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de Setembro de 2017.

### **3 ESTADO DA ARTE**

As práticas de utilização e tratamento adotadas pelos proprietários de cisternas podem interferir positivamente e/ou negativamente na qualidade da água captada. Deste modo, torna-se indispensável compreender o processo de construção desses reservatórios, bem como, os métodos de tratamento e conservação da água armazenada utilizadas pelos beneficiados. Assim, pode-se identificar as ações economicamente viáveis que potencialize a manutenção e conservação desses reservatórios ao longo dos anos, e com isso possibilitar que a população os utilize com mais propriedade e por mais tempo.

Destarte, objetiva-se nesse capítulo apresentar um aporte teórico encontrado na literatura sobre o objeto de estudo, evidenciando os principais pensamentos acadêmicos sobre qualidade de água de cisterna. O capítulo está dividido em quatro subtópicos, sendo: Reservatórios Pluviais: A história da construção de cisternas de placa no Brasil; As práticas cotidianas de preservação da qualidade da água de cisterna; Avaliação e monitoramento da qualidade de água; Principais estudos sobre qualidade de água de cisterna.

No primeiro subtópico aborda-se a dimensão histórica da construção de cisternas no Brasil, destacando os programas sociais que contribuíram e viabilizaram a expansão do acesso à água potável e amenizaram as consequências da escassez hídrica na Região Nordeste. No segundo subtópico, destaca-se as práticas de preservação e manutenção com as fontes de armazenamento de água da chuva, identificando os meios mais apropriados de cuidar da cisterna, como as barreiras sanitárias.

No terceiro subtópico discorre sobre os métodos de avaliação e monitoramento da qualidade de água, evidenciando os padrões que devem ser analisados na determinação da potabilidade hídrica, contribuindo na compreensão dos aspectos que podem comprometer e inviabilizar a qualificação das águas de cisterna. Por fim, no quarto e último subtópico aborda sobre produções que descreve sobre a temática da qualidade de água de armazenamento pluvial, apontando os principais resultados obtido pelos autores.

#### **3.1 Reservatórios Pluviais: A história da construção de cisternas de placa no Brasil**

É evidente a escassez de água no semiárido nordestino, uma região caracterizada pelos longos períodos de estiagem que proporcionam um clima seco, solo diversificado e em algumas localidades inférteis. Junto a esses fatores, as políticas públicas ainda são

insuficientes na democratização do acesso à água, dificultando assim um melhor desenvolvimento social e econômico da região. Tais problemas relacionados à seca já eram observados após a chegada dos portugueses ao Brasil, fato que contribuiu para a não ocupação imediata dos colonizadores nessa região, que só veio ocorrer após a adaptação da Lei Sesmaria no século XVII, junto com a proibição da criação de gado nas regiões litorâneas do país (FERREIRA; FIGUEIREDO, 2017); (ARAUJO, 2015).

Nesse contexto, a busca por alternativas que contribuíssem com o enfrentamento dos longos períodos de estiagem foram surgindo, e a captação e armazenamento de água pluvial através das cisternas de placas é atualmente um dos principais meios utilizado para suprir as dificuldades da estiagem. Os sistemas de armazenamento d'água da chuva já se fazia presente na antiguidade em países como China, Índia e Irã, tendo mais ênfase na Itália, durante o Império Romano, no qual em associação aos seus aquedutos<sup>1</sup> realizavam essa captação, tendo assim expandindo-se por diversos países do mundo (SOUZA; PASSADOR; ROJAS, 2010); (LODELO et al., 2017); (GNADLINGER, 2000).

Desde a década de 1970 já se discutia sobre alternativas de desenvolvimento sustentável. Até então, surgiram pesquisas científicas, iniciativas de ONGs, políticas públicas que incorporaram nestas discursões. No Brasil, essa tecnologia de armazenamento (cisterna) ganhou significativo destaque na década passada devido ao seu custo benefício baixo, além disso, foi potencializada após a implementação do P1MC do Governo Federal, iniciado em Julho de 2003 (TRISTÃO; TRISTÃO, 2016).

A construção de cisterna de placa na Região Nordeste é um exemplo de política pública centralizada em tecnologia de desenvolvimento social. No ano de 1999, o poder público, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) e as manifestações populares fundiram-se com um propósito de convivência com a seca, objetivando traçar ações que proporcionassem água no período de estiagem. O propósito articulado foi a construção de um sistema de captação de água da chuva, as cisterna de placa de concreto (CANDIOTTO; GRISA; SCHIMITZ, 2015); (LORDELO et al., 2017); (ARAUJO, 2015).

---

<sup>1</sup> Os Aquedutos foram construídos na Roma Antiga, essas construções tiveram o propósito de fornecer água potável as distantes colônias do Império Romano através da chuva que escorria até chegar nessas regiões colonizada, Casa Vogue (2012). Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2012/09/aquedutos-romanos.html> Acesso em: 15 Agosto de 2019.

A ideia de captar/armazenar a água proveniente da chuva em cisternas de placa surgiu na pequena cidade de Simão Dias PI na década de 1970. O sertanejo, pedreiro, Manoel Apolônio de Carvalho desenvolveu esse sistema em sua residência que se difundiu por todo o nordeste brasileiro (ARAÚJO, 2014). Em uma entrevista no ano de 2017 ao Globo Reporte, programa apresentado pela Rede Globo de Televisão (RGT), seu Manoel relata como surgiu o interesse em construir a cisterna de placa:

“[...] Eu carregava água em um jumento nove quilômetros de minha casa, no outro dia meu irmão fazia rodizio, minha mãe sofria tanto pra dar um banho na gente, e a gente não tomava banho, botava um coro de um boje uma esteira feito de junco, batia com uma toalha com um pano em nossos pés pra voar a poeira, pra gente dormir, por que não existia água. Não podia gastar a água porque se não fazia falta, matar a sede era melhor do que tomar o banho [...]. Foi entrando uma ideia na cabeça, vou voltar para o nordeste e fazer um acumulo de água lá. Quando eu cheguei ninguém acreditou, eu falei para meu pai – Vou fazer uma cisterna, ele disse: “e que loucura é essa meu filho, inventar um negócio desse?” [...]. Tenho muito orgulho disso, porque aquelas pessoas que moram nun lugar tão distante, nun lugar tão subúrbio, que não tem chegada nenhuma, não tem caminho, não tem estrada, aquelas mulheres mais pobres que carregava um pote na cabeça, acabaram de tirar o calo da cabeça, AI EU FICO ORGULHOSO DISSO”.<sup>2</sup>

Nessa circunstância, o Governo Federal tornou-se o principal financiador da construção de cisternas de placa através do P1MC, que passou a ser vinculada ao programa Fome Zero do Ministério do desenvolvimento Social (MDS). De acordo com dados da ASA (2015), em maio de 2015 já havia sido construídas 578.689 cisternas de placas em todo país, atendendo cerca de 49% da população que apresentam subsídios para tornar-se beneficiário do programa (ARRUDA; FARIAS, 2008).

Os custos para construção de cisternas de placa no Brasil apresentavam-se com valores intermediários quando comparados a outros países. Os autores Gomes e Hellen (2016) destacam que no Brasil uma cisterna com capacidade de armazenamento de 16.000 L custa cerca de R\$ 4.205,88, já em países como Nepal e África do Sul esses valores são maiores, tomando como referência os custos equivalente ao ano de 2011.

O procedimento de armazenamento das águas pluviais consiste em captar a água que desaba e escorre no telhado das residências. Em seguida, o líquido chega às calhas adaptadas no “frechar” das casas e escoam até ser depositado na cisterna. Essa por sua vez possui uma capacidade de armazenamento volumétrica de 16.000 L d’água, suficiente para suprir as principais necessidades de uma família com até seis pessoas durante o

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qhbso0Potkg>>. Acesso: 26 de Agosto de 2019.

período da estiagem, que pode chegar a oito meses. A retirada da água é feita por bombas manuais que são instaladas nas cisternas ou até mesmo através de um balde, além disso, equipamentos como tampas, telas de proteção, cadeados e placa de identificação são instaladas nas cisternas (ASA, 2015).

Na Figura 1, observa-se uma cisterna de placa construída através dos recursos fornecidos pelo P1MC,

**Figura 1:** Cisterna de Placa construída pelo Programa Um Milhão de Cisterna (P1MC)



- 1: Cisterna de Placas com capacidade de armazenamento de 16.000 L;  
 2: Telhados – Superfície de captação de água de chuva;  
 3: Sistemas de calhas e tubulações utilizadas para conduzir a água;  
 4: Bomba manual; 5: Tapa de alumínio; 6: Placa de identificação.

**Fonte:** Gomes; Hellen (2016)

Percebe-se, na figura acima, toda estrutura que compõe uma cisterna construída através do P1MC, desde o sistema de captação com as calha e canos até a retirada com a bomba manual. Vale ressaltar a proximidade que o reservatório tem da residência dos proprietários, proporcionando o acesso a água com mais acessibilidade e evitando o deslocamento a grande distância em busca desse bem tão precioso.

### 3.2 As práticas cotidianas de preservação da qualidade de água de cisterna

Embora a água da chuva sofra algumas alterações devido as impurezas existente no ar como poeiras, gases poluidores, entre outras, normalmente em regiões rurais que não apresentam indústrias ou determinada fonte de poluição atmosférica, pode desaguar nos telhados das residências com baixos índices de contaminação, podendo até não conter, tendo em vista que passa por um processo de destilação natural (LORDELO et al., 2017).

No entanto, a água até chegar ao consumidor pode sofrer diversas contaminações, isso devido a vários fatores como: as impurezas existentes no telhado; as práticas de tratamento; as formas de transporte da água armazenada na cisterna até a residência. Esses e outros aspectos são subsídios que podem comprometer a efetividade do sistema de armazenamento da água pluvial (LORDELO et al., 2017).

Nesse contexto, Araújo (2014) traz os cuidados necessários para com o manejo e armazenamento da água no sistema de captação, no qual é exigido disciplina com a manutenção e tratamento diário com a água, mantendo o sistema em boas condições estruturais: a área de captação, as calhas, os dutos e a cisterna. Faz necessário também a lavagem da cisterna em cada fim de período seco e na proximidade chuvosa, tendo sempre o cuidado de não armazenar a água das primeiras chuvas que podem vir acompanhadas de sujeiras acumuladas no telhado.

Outro aspecto citado por Xavier (2010), é o cuidado com a retirada da água, que em muitos casos é feita através de balde com corda que também são utilizados em outras finalidades. A cisterna deve estar bem fechada, sem rachadura ou qualquer tipo de abertura que possibilite a contaminação da água armazenada, e ainda, antes de consumir é conveniente que o usuário realize a desinfetação (filtração, fervura, cloração entre outros).

Em consonância com cuidados na manutenção e na qualidade da água de cisterna, Silva, et al. (2015), afirmam em seu trabalho que algumas características do local onde a água é coletada e armazenada influenciará na sua qualidade. Essas características tratam-se da topografia, as condições do tempo, proximidade com fontes de poluição, o tipo da área de coleta, além das formas de gestão e tratamento da água, como consta na Figura 2.



**Figura 2:** Característica de ambiente inadequado para localização da cisterna de placa



**Fonte:** Arquivo Pessoal (2019)

Como está ilustrado na Figura 2, o ambiente circunvizinho da cisterna de placa em questão encontra-se com as características que não deveriam apresentar, apontadas por Silva, et al. (2015), como a presença de efluente escorrendo na direção da cisterna, vegetação alta, a aparência física da cisterna suja e com rachaduras. Todas essas constatações observadas podem acarretar na contaminação da água armazenada na cisterna. Portanto, ressalta-se a importância da preservação do ambiente ao redor da cisterna para prevenir possíveis interferências na qualidade da água armazenada.

Contribuindo com essa temática, Miranda (2011) faz menção as barreiras sanitárias<sup>3</sup>, que aplicando-as corretamente no processo de captação/armazenamento/ e consumo, sem dispensar o tratamento de microorganismos, é garantido a qualidade da água para as utilizações básicas.

---

<sup>3</sup> De acordo com Miranda (2011), “as barreiras sanitárias trata-se de medidas simples que se iniciam com a limpeza do telhado e dos dutos, seguem pelo desvio das primeira águas de cada evento de chuva, manutenção e limpeza da cisterna”. MIRANDA, P; C. **Cisternas no cariri paraibano: avaliação das práticas de educação ambiental no uso higiênico da água.** 2011



Entretanto, para que esses aspectos de conservação e manutenção das fontes hídricas sejam alcançados, a população beneficiada com as cisternas de placa precisa ter a sensibilização e a compreensão da importância do cuidar da água residencial. Para isso, é necessário trabalhar a Educação Ambiental. Miranda (2011) em sua Dissertação de Mestrado menciona que, a Educação Ambiental é tradicionalmente trabalhada com o propósito de mudança comportamentais e habituais, que anteriormente comprometiam a conservação dos recursos, mas através das ações de educação os sujeitos passam a tomar novas atitudes.

Deste modo, pode-se evidenciar a EA numa perspectiva fomentadora na conscientização de conservação do benefício adquirido: a cisterna de placa, mantendo o ambiente sempre limpo e evitando a presença de possíveis contaminantes nas proximidades do reservatório. Portanto, torna-se indispensável a habituação em praticar atividades que promovam e mantenham a qualidade da água, beneficiando a saúde de todos os consumidores.

### **3.3 Avaliação e monitoramento da qualidade de água**

A conservação da potabilidade da água para o consumo humano, seja pra beber ou utilizá-la para qualquer outra atividade básica do dia a dia, é fator indispensável na saúde e na qualidade de vida. Nesse sentido, torna-se importante avaliar e monitorar as águas de abastecimento doméstico, como é o caso das cisternas de placas, pois estas são sujeitas à propagação de microrganismo patogênicos, como também às alterações nas suas propriedades físicas e químicas (AZEVEDO, 2014).

É direito de todos os cidadãos consumir água potável, como está vigente na Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de Setembro de 2017, que estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano, assim como os padrões físico-químico, microbiológico que caracterizam a potabilidade da água (BRASIL, 2017)

De acordo com Azevedo (2014), apesar do grande número de cisternas construídas no Brasil, especificamente no Nordeste, ainda é ausente uma legislação no âmbito Federal que aborde a qualidade de água pluvial, aspecto intrigante, tendo em vista que o principal financiador da construção desses reservatórios é o próprio Governo Federal. Em contrapartida, com finalidades não potáveis, observa-se nos estados de São Paulo, Rio de

Janeiro e Pernambuco instrumentos normativos que são aplicados no processo de captação da água da chuva.

Deste modo, torna-se necessário as pesquisas acadêmicas a respeito da temática discutida no presente trabalho. Assim, Souza, et al. (2018, p.02), especificam as condições da água usada em abastecimento doméstico, devendo “apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, livre de microrganismos patogênicos e substâncias nocivas à saúde, para promover o bem-estar das pessoas”.

De acordo com o que foi supracitado, assegurar água potável a todos é fundamental para a manutenção da vida e promoção a saúde de qualidade. Essas questões são tão relevantes que podem ser evidenciadas no item 6.4 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), instituído pela Organização das Nações Unidas (ONU) diz que: “Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água”.

Com o despertar dessas questões apontadas pela ONU, eventualmente um processo social poderá contribuir de forma significativa com o desenvolvimento seguro desse abastecimento, e assim melhorar a qualidade de vida de várias pessoas que sofrem com a escassez de água potável.

Nesse sentido, é necessário compreender quais os aspectos físicos, químicos e microbiológicos que proporcionam potabilidade ao líquido tão precioso para a vida. Autores como Silva, et al. (2015), apontam os padrões físico-químicos a serem avaliados na determinação da potabilidade: Turbidez, pH, Condutividade, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Cloretos, Dureza Total e Alcalinidade Total, entre outros. Contudo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e demais órgãos estabelecem determinados valores que determinam e qualificam a água para o consumo humano, como também para outros tipos de usos.

Além disso, vale ressaltar que talvez um dos mais importantes parâmetros para análise da qualidade de água, é a avaliação da contaminação por meio de microrganismo patogênicos. Diversos estudos analisam indicadores sanitários como a presença ou ausência de Coliformes 35°C, Coliformes 45°C e *Escherichia Coli*. Potencializando a relevância das análises microbiológica, a Portaria nº 05/2017 estabelece Valores

Máximos Permitidos para as análises dos respectivos padrões mencionados (BRASIL, 2017).

Nessa perspectiva, para que a potabilidade da água seja positiva vários fatores devem ser levados em consideração, estando associado a esses fatores uma avaliação integrada ao longo do abastecimento, ou seja, desde a fonte de armazenamento, no caso a cisterna, até o consumidor. O monitoramento da água bruta permite identificar os parâmetros prioritários a serem avaliados nas etapas de tratamento e ao longo do sistema de distribuição de água, pois ela está intimamente relacionada com a qualidade da água tratada, que conseqüentemente, será consumida (CABRAL; DANIEL, 2014).

### **3.4 Principais estudos a respeito da qualidade das águas de cisterna**

Compreendendo a necessidade de avaliar a qualidade das águas de cisternas, bem como os fatores que podem contribuir para alteração da sua potabilidade e conseqüentemente inviabilizar o seu uso, tornou-se necessário o desenvolvimento de pesquisas no sentido de compreender e/ou responder esses questionamentos elencados no início deste trabalho.

Diante do exposto, a importância de analisar e avaliar a qualidade da água de cisterna se dá aos riscos à saúde humana, quando os devidos cuidados não são tomados, uma vez que esses riscos estão relacionados com as práticas de manejo e manutenção utilizados pelos proprietários de cisternas. Assim, dentre os aspectos que determinam ou contribuem para a qualidade da água, pode-se citar: sua fonte apresentar-se bem conservada, a não exposição de contaminantes durante o processo de captação, armazenamento e tratamento, resumidamente, todo o percurso até chegar ao consumidor precisam ser considerados (MORAIS, 2016).

Desse modo, alguns estudos apontam dados sobre as análises físico-químicas da água, Machado (2017) ressalta ter encontrado valores de Turbidez e Cor fora das conformidades da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o que evidencia a necessidade de realizar determinado tratamento antes de consumir a água, pois alterações nos valores de Cor e Turbidez podem estar associadas às impurezas suspensas na água.

Com relação a outros parâmetros por exemplo, Costa (2015), apresentou dados do monitoramento das águas de cisternas em uma comunidade de Picuí PB, dentre os resultados a Dureza Total destacou-se devido 40% das amostras apresentarem valores

altos e caracterizando-se como água muito dura, isto é, um valor expressivo para uma água que seria utilizada para atividades como beber e cozinhar.

Além da Dureza Total, altos teores de Alcalinidade Total podem empregar gosto desagradável à água. A Portaria de Consolidação nº 05/2017 não estabelece Valor Máximo Permitido (VMP) para este parâmetro. Porém, no trabalho de Barros e colaboradores (2016) sobre águas de cisternas de placas determinou-se teores na faixa de  $6,73 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ , já as analisadas realizadas por Freitas, et al. (2015), os valores variaram entre  $8,00 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$  e  $28 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ , os autores ressaltaram que as águas que tiveram maiores teores de Alcalinidade Total eram de cisternas que recebiam, além da água pluvial, abastecimento de água fornecida pelo carro pipa.

Pode ser observado na literatura, trabalhos de autores que realizaram análise de determinação de cloretos em águas de cisterna. Dentre esses, evidenciou-se na tese de Silva (2017), valores na faixa de  $14,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , a autora identificou esses resultados em águas de cisterna localizada no espaço rural, os números foram próximos ao determinado na área urbana que obteve teor máximo de  $13,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Além dos parâmetros físicos e químicos, as análises microbiológicas também referem-se aos padrões de potabilidade da Portaria de Consolidação nº 05/2017. Nesse sentido, muitos estudos são realizados a respeito desse parâmetro. Um deles é o desenvolvido por Reis, et al. (2011), no qual identificou presença de Coliformes 35°C, Coliformes 45°C, Salmonella e Escherichia coli nas águas de cisterna de Campo Limpo GO. Os autores destacaram que águas que indicam esse tipo de contaminação são oriundas das fezes de animais de sangue quente, e com isso ressalta a importância de manter as fossas residenciais distantes das cisternas, bem como a criação de animais.

Portanto, estudos dessa natureza corroboram significativamente com a sociedade local, principalmente, pois análises sobre qualidade de água pode prevenir a proliferação de doenças em uma comunidade, por exemplo. Contribuindo na identificação da presença de possíveis microrganismos patogênicos, como também, nas análises físico-químicas, que apresentando parâmetros com alterações elevadas podem acarretarem no surgimentos de doença.

## **4 PERCURSO METODOLÓGICO**

Compreende-se a pesquisa como sendo um espaço de possibilidades, construção, produção, ressignificação de saberes na qual o pesquisador, em seu contexto social, será motivado no desenvolvimento da pesquisa através da curiosidade e inquietações acerca da temática em estudo. Nesse sentido, é oportunizado ao pesquisador novas descobertas, fornecendo novas informações e compreensões do fenômeno pesquisado, possibilitando, assim, a intervenção dos fatos ocorridos (LAKATOS; MARCONI, 2010).

### **4.1 Classificação da Pesquisa**

A pesquisa em tela apresenta-se como sendo de natureza Aplicada, tendo em vista que o estudo vislumbra a produção de novos conhecimentos que possam ser aplicados na resolução de problemas já existentes. A pesquisa aplicada busca em uma situação particular solucionar problemas pontuais através da gênese de novos conhecimentos, e deste modo é condizente apresentá-la também como proposição de planos, pois realiza a aplicabilidade de informações com intuito de conter a problemática existente (PRODANOV; FREITAS, 2013); (NASCIMENTO; SOUSA, 2017)

Quanto à abordagem, a proposta de pesquisa caracteriza-se como sendo do tipo qualitativa e quantitativa, dado que buscará a compreensão dos fenômenos envolvidos a partir da natureza dos dados, pois realiza uma investigação de causa, adotando medidas objetivas, avaliando suposições, além de buscar compreender a ocorrência de determinadas situações (PRODANOV; FREITAS, 2013). Nesse sentido, a pesquisa quanti-qualitativa corrobora em diversos sentidos, como na importância e interpretação do objeto estudado; A aproximação do fenômeno estudado, além da quantificação das fontes dos dados estudado entre outros aspectos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

De acordo com os objetivos desta pesquisa, que constitui-se em monitorar a qualidade das águas de cisterna de placa da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB, optou-se por utilizar a pesquisa explicativa, uma vez que buscará, através de análises e interpretações, explicar os fenômenos envolvidos no estudo, “identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso, é o tipo mais complexo e delicado.” (GIL, 2008, p. 28).

Com relação aos procedimentos, trata-se de uma pesquisa experimental, uma

vez que se trata de um estudo que propõe evidenciar e compreender, através da observação e controle de variáveis relacionadas aos fenômenos em observação, os por quês da ocorrência destes (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Tendo em vista que a pesquisa em tela foi desenvolvida com seres humanos, torna-se relevante ressaltar que o projeto produzido para execução da pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande (CEP/CFP/UFCG), sendo assim aprovado pelo parecer nº 3.304.126, com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 09948319.3.0000.5575

#### **4.2 Lócus e Público Alvo**

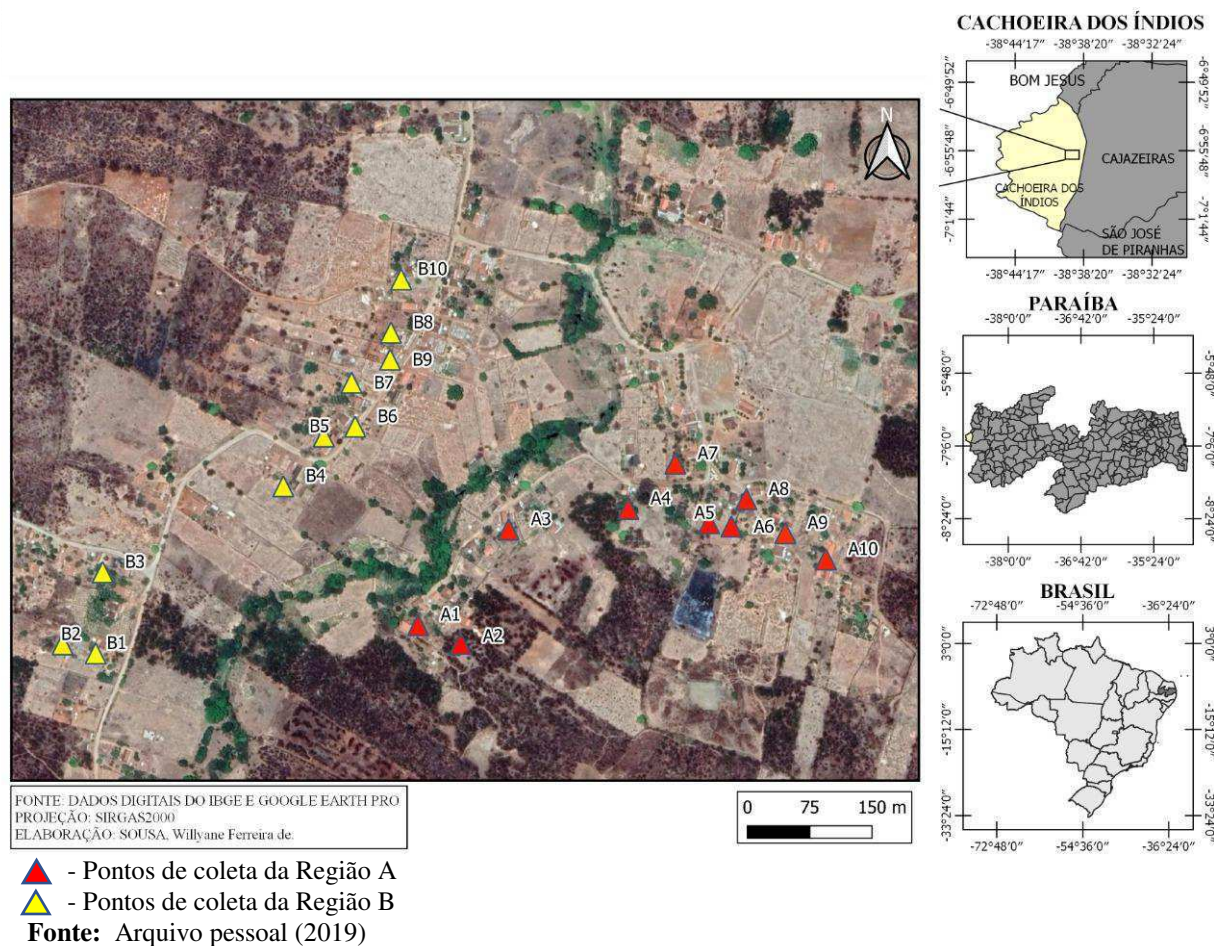
O estudo foi desenvolvido na comunidade rural de Baixa Grande, pertencendo ao Município de Cachoeira dos Índios PB que possui extensão territorial de 193,068 Km<sup>2</sup>, com distância de 481,6 km da capital João Pessoa. De acordo, com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a população de Cachoeira dos índios gira em torno de 9.546 habitantes, com densidade demográfica de 49,44 hab/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é 0,587, tendo sua economia baseada na agricultura e pecuária, além do comércio na sede do município.

A comunidade Baixa Grande faz parte das outras 32 comunidades rurais que dividem os habitantes de Cachoeira dos Índios. Devido a sua grande extensão territorial, a referida comunidade divide-se em: Baixa Grande de Cima, Baixa Grande do Meio e Baixa Grande de Baixo, situada a 4 km da sede do município, fazendo divisa com a cidade de Cajazeiras PB, além dos sítios Redondo, Lagoa do Mato e Pedras Pretas (DANTAS, 2016). Logo, os participantes da pesquisa foram subdivididos em duas das três sub-regiões relatadas, onde a maioria das residências existentes foram contempladas com no mínimo uma cisterna recorrente do P1MC.

A escolha pela comunidade Baixa Grande, como local da pesquisa, foi motivada por diversos fatores: A acessibilidade dos moradores em contribuir com a pesquisa, pois existe uma proximidade entre o pesquisador e os habitantes da região; a comunidade apresenta um grande número de cisternas oriundas do P1MC que mantém seu abastecimento apenas com a água da chuva; a distância da comunidade para o Laboratório de Química e o Laboratório de Microbiologia, ambos do respectivo CFP/UFCG, localizado em Cajazeiras PB, ficando cerca de 14 km, o que não inviabilizou o

desenvolvimento da pesquisa. Na Figura 3 é destacado a localização da comunidade Baixa Grande com os respectivos pontos de coleta.

**Figura 3:** Mapa de Localização da área de estudo da pesquisa e os pontos de coletas das águas de cisterna



Na Figura 03, observa-se o georreferenciamento da Comunidade Baixa Grande, destacando-se os pontos de coleta das águas de cisterna de placa de cada família participante da pesquisa. Os pontos indicados com a cor vermelha indica as cisternas da Região A, enquanto que os pontos de coloração amarela indicam os pontos de coleta da Região B. Vale ressaltar que, onde a vegetação apresenta estar mais intensa representa o Riacho São José , afluente do Rio do Peixe que atravessa toda a comunidade.

### 4.3 Etapas da Pesquisa

O estudo dividiu-se em três momentos que parte da seleção das familiares participantes que enquadraram-se nos critérios de seleção, tendo em vista que foram

consideradas aquelas que fazem o abastecimento exclusivamente com água da chuva, até a coleta e monitoramento da qualidade ao longo do tempo, bem como as análises e discussão dos resultados. Todas as etapas estão descritas a seguir:

#### **4.3.1 Primeiro Momento: Seleção das cisternas com abastecimento exclusivamente das precipitações pluviométricas**

A seleção das cisternas de placa deu-se a partir do conhecimento prévio do pesquisador com relação a comunidade. Devido ao *lócus* apresentar uma extensão territorial consideravelmente grande, bem como a quantidade de famílias que possuem cisternas apresenta-se ser elevado, procurou-se selecionar as cisternas com proximidades umas das outras, com o propósito de facilitar o procedimento de coleta.

Nesse sentido, a comunidade foi dividida em dois grupos, sendo Região A e Região B, essa divisão ocorreu baseando-se no Riacho São José afluente, do Rio do Peixe que atravessa a comunidade e dividem essas duas sub-regiões indicadas. Na sequência, buscou-se selecionar 10 cisternas de cada região, na medida em que as famílias iam sendo convidadas a participar da pesquisa, indicavam outras seguintes que faziam o abastecimento da cisterna via as precipitações pluviométricas, pois apresentavam um conhecimento sobre o tipo de abastecimento que os colaboradores seguintes realizavam.

Além dessas questões elencadas para seleção, era de suma importância o proprietário ter o conhecimento com relação a capacidade da cisterna de placa manter-se abastecida ao longo dos cinco meses, que seguiram de Junho a Outubro de 2019. Portanto, vinte colaboradores, sendo dez de cada região, colaboraram com a pesquisa permitindo a coleta mensal da água da cisterna

#### **4.3.2 Segundo Momento: Análises dos Parâmetros Físico, Químico e Microbiológico**

A sequência da presente pesquisa prosseguiu-se com coletas mensais de amostras d'águas das cisternas de placa. O procedimento para realizar as análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico seguiu-se da seguinte forma:

- 1º) Os recipientes de coleta foram previamente lavados com água destilada, e para as análises microbiológicas as coletas foram feitas em recipientes esterilizados em autoclave modelo horizontal digital 40 L 200V de marca *Stermax*, a 121 °C por 20 min;
- 2º) As coletas sempre iniciavam no período da manhã, por volta das 05h30min e pela



cisterna A01 até a cisterna B10, na medida em que realizava-se a coleta verificava-se também a temperatura da água com um termômetro. Ao fim, era conservado as amostra em um *cooler* com gelo e deslocava-se aos laboratórios do CFP para os procedimentos de análises;

3º) As análises dos parâmetros físicos e químicos foram realizadas no Laboratório de Química do CFP/UFCG, adotando os métodos analítico descrito no Manual do Bolso da Funasa (2013), quanto aos parâmetros de pH, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Dissolvidos Totais, Cor Aparente, Turbidez, Cloretos, Dureza Total e Alcalinidade Total.

4º) Em conseguinte, foram também realizadas análises microbiológicas, sendo desenvolvidas no Laboratório de Microbiologia do CFP/UFCG, quanto aos parâmetros de Coliformes à 35°C e a 45°C e presença ou ausência de *E. Coli*, conforme métodos descritos por (APHA, 2005); (SILVA et al., 2014).

#### **4.3.3 Terceiro Momento: Análise dos resultados**

A água é fundamental na manutenção da vida. Para os seres humanos sua maior importância está associada justamente a ingestão oral, isto é, para beber. Partindo dessa percepção a Portaria de Consolidação nº 05 de Setembro de 2017 em seu anexo XX, dispõe dos Valores Máximos Permitidos de qualidade da água em seus aspectos físicos, químicos, radioativos e microbiológicos, definindo água potável sendo aquela que não ultrapasse os padrões estabelecidos e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2017). Com essa constatação, os resultados obtidos nos procedimentos analíticos, bem como nos procedimentos microbiológicos foram comparados com a portaria em questão.

Também, foram realizadas as análises estatísticas dos dados, seguindo um delineamento experimental com base em blocos inteiramente casualizados, com três repetições para cada tratamento. Os resultados foram analisados estatisticamente adotando-se a comparação das médias, conforme o teste de Tukey, com relevância ao nível de 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006 apud SEGTOEWICK et al., 2013) e processados através do programa de computador Assistat® (SILVA; AZEVEDO, 2009 apud CRUZ et al., 2016).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos ao longo percurso metodológico seguido. Assim, divide-se em dois subtópicos, sendo: No primeiro subtópico, são apresentados os resultados e discussão referente ao monitoramento realizado através das análises físico-química. Os dados foram organizados em tabelas, nas quais são apresentadas as respectivas médias das análises feitas em duplicata ao longo de cinco meses, bem como o desvio padrão e as análises estatísticas. A discussão foi feita a luz de autores como Xavier (2010), Machado (2017) e Costa (2015), que discutem a mesma temática em questão, além de artigos de outros autores disponíveis em bancos de dados.

Por fim, no segundo subtópico são apresentados os dados das análises microbiológicas no que se refere a determinação do NMP dos Coliformes 35°C, Coliforme 45°C e a identificação de presença ou ausência de Escherichia Coli, que também pode fornecer informações a respeito de indicativo de Salmonella. As análises e discursos para este parâmetro foram feitas principalmente nas constatações dos trabalhos desenvolvido por (PRADO et al., 2018); (AMORIM; PORTO, 2017).

### **5.2 A Qualidade Físico-Química das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande**

É de suma importância a análise dos parâmetros físicos e químicos, pois estes apresentam padrões de potabilidade, em que a sua alteração pode inviabilizar o consumo da água. Um dos aspectos de significativa relevância na determinação da qualidade das águas é a análise do pH, pois este pode ser determinando nos processos de tratamento da água, com relação a dosagens de determinados produtos utilizados em tratamentos.

Assim, na Tabela 01 são apresentados os dados em relação ao potencial hidrogênio iônico das águas das cisternas de baixa grande, no qual todas são utilizadas para beber e algumas para cozinhar. Além disso destaca-se as variações recorrente ao longo de cinco meses de cada amostra analisada.

**Tabela 1** - Análise do Potencial Hidrogênio Iônico das águas de cisterna da comunidade de Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB.

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	7,430 <sup>b</sup> ± 0,014	8,615 <sup>a</sup> ± 0,233	7,315 <sup>b</sup> ± 0,658	8,605 <sup>a</sup> ± 0,247	8,700 <sup>b</sup> ± 0,141
A02	7,810 <sup>b</sup> ± 0,260	8,565 <sup>a</sup> ± 0,021	8,210 <sup>ab</sup> ± 0,622	8,635 <sup>a</sup> ± 0,078	8,740 <sup>a</sup> ± 0,198
A03	7,745 <sup>b</sup> ± 0,035	8,355 <sup>b</sup> ± 0,148	8,255 <sup>ab</sup> ± 0,530	8,530 <sup>a</sup> ± 0,099	8,350 <sup>a</sup> ± 0,212
A04	8,160 <sup>a</sup> ± 0,311	8,425 <sup>a</sup> ± 0,106	8,295 <sup>a</sup> ± 0,289	8,480 <sup>a</sup> ± 0,02	8,500 <sup>a</sup> ± 0,000
A05	8,235 <sup>a</sup> ± 0,035	8,340 <sup>ab</sup> ± 0,085	8,500 <sup>a</sup> ± 0,240	8,320 <sup>ab</sup> ± 0,056	8,410 <sup>ab</sup> ± 0,127
A06	8,345 <sup>a</sup> ± 0,106	8,425 <sup>ab</sup> ± 0,035	8,525 <sup>a</sup> ± 0,049	8,525 <sup>a</sup> ± 0,106	8,500 <sup>a</sup> ± 0,000
A07	8,750 <sup>a</sup> ± 0,212	8,250 <sup>b</sup> ± 0,212	8,260 <sup>b</sup> ± 0,084	8,410 <sup>b</sup> ± 0,014	8,300 <sup>b</sup> ± 0,000
A08	11,47 <sup>a</sup> ± 0,028	10,55 <sup>a</sup> ± 1,061	11,52 <sup>a</sup> ± 0,007	9,880 <sup>a</sup> ± 0,113	11,40 <sup>a</sup> ± 0,000
A09	10,99 <sup>a</sup> ± 0,028	11,05 <sup>a</sup> ± 0,071	11,12 <sup>a</sup> ± 0,035	11,07 <sup>a</sup> ± 0,099	11,00 <sup>a</sup> ± 0,141
A10	8,750 <sup>b</sup> ± 0,212	9,180 <sup>ab</sup> ± 0,254	9,340 <sup>a</sup> ± 0,325	9,240 <sup>ab</sup> ± 0,170	9,050 <sup>ab</sup> ± 0,354
B01	8,015 <sup>a</sup> ± 0,134	8,190 <sup>a</sup> ± 0,693	8,140 <sup>a</sup> ± 0,212	8,645 <sup>a</sup> ± 0,049	8,550 <sup>a</sup> ± 0,212
B02	8,350 <sup>ab</sup> ± 0,070	8,530 <sup>a</sup> ± 0,000	8,280 <sup>b</sup> ± 0,085	8,555 <sup>ab</sup> ± 0,035	8,400 <sup>ab</sup> ± 0,141
B03	8,320 <sup>a</sup> ± 0,198	8,325 <sup>a</sup> ± 0,106	8,375 <sup>a</sup> ± 0,106	8,355 <sup>a</sup> ± 0,148	8,400 <sup>a</sup> ± 0,141
B04	8,370 <sup>c</sup> ± 0,014	8,665 <sup>ab</sup> ± 0,049	8,550 <sup>ab</sup> ± 0,099	8,690 <sup>a</sup> ± 0,084	8,500 <sup>bc</sup> ± 0,000
B05	8,635 <sup>a</sup> ± 0,064	8,425 <sup>bc</sup> ± 0,106	8,525 <sup>ab</sup> ± 0,148	8,275 <sup>cd</sup> ± 0,106	8,200 <sup>d</sup> ± 0,000
B06	8,200 <sup>a</sup> ± 0,579	8,665 <sup>a</sup> ± 0,233	8,685 <sup>a</sup> ± 0,007	8,580 <sup>a</sup> ± 0,113	8,400 <sup>a</sup> ± 0,000
B07	8,530 <sup>a</sup> ± 0,113	8,415 <sup>a</sup> ± 0,120	8,645 <sup>a</sup> ± 0,092	8,450 <sup>a</sup> ± 0,170	8,400 <sup>a</sup> ± 0,141
B08	8,670 <sup>a</sup> ± 0,042	8,380 <sup>b</sup> ± 0,170	8,655 <sup>a</sup> ± 0,007	8,430 <sup>ab</sup> ± 0,240	8,350 <sup>b</sup> ± 0,071
B09	8,435 <sup>ab</sup> ± 0,148	8,490 <sup>ab</sup> ± 0,156	8,620 <sup>a</sup> ± 0,056	8,420 <sup>ab</sup> ± 0,056	8,350 <sup>b</sup> ± 0,071
B10	8,205 <sup>b</sup> ± 0,177	8,370 <sup>ab</sup> ± 0,113	8,620 <sup>a</sup> ± 0,014	8,455 <sup>ab</sup> ± 0,233	8,400 <sup>ab</sup> ± 0,000

Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

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 1, no que se refere a região A, 100% das amostras apresentaram elevação nos valores de pH ao longo dos meses analisados, com destaque para os meses de Agosto e Setembro que apresentaram os resultados mais elevados comparando com os demais meses, como pode ser observado nas amostras A08 e A09 com pH na faixa de 11,52 e 11,12 respectivamente, estando essas fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente que determina para esse parâmetro valores entre 6,00 a 9,5.

Costa (2015) encontrou valores de pH na faixa de 7,5 estando abaixo dos dados obtidos nesta pesquisa. A elevação de pH encontrada nas cisternas, objeto de estudo, podem ser justificadas pela manutenção inadequada realizada por algumas famílias, como é o caso da A08, onde os proprietários executaram uma pintura na parte interna da cisterna com Oxido de Cálcio (CaO), conhecido como Cal.

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 assim tornar a utilização da água inapropriada para ingestão, como também para determinada atividade que requer um pH menor.

Ainda na Tabela 1, com relação ao grupo populacional da região B, os valores de pH, assim como da região A, obtiveram elevações, no entanto, 100% das amostras dessa localidade foram constatadas dentro dos VMP. Vale ressaltar que os maiores valores estiveram também entre Agosto e Setembro como são os casos de B04 com 8,690 e B06 com 8,680. Esses números também ficam enquadrados com dados encontrados na literatura, Machado (2017) obteve valores médio de 8,0 e Brito, et al. (2005) nas análises de cisterna de cinco municípios do semiárido brasileiro obteve-se um pH médio de 8,2.

Realizar o monitoramento do pH das águas pluviais é de suma importância, pois para Machado (2017) alguns fatores podem alterar esse parâmetro em questão, devido os materiais utilizados para construção das cisterna, bem como os utilizados para manutenção podem ter seus composto diluídos e com isso comprometer esse aspecto físico da água e, em alguns casos tornar seu uso inapropriado.

Na Tabela 02 estão dispostos os resultados com relação a condutividade elétrica das águas de cisterna do estudo em questão.

**Tabela 2** - Análise da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) das águas de cisterna comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
<b>A01</b>	53,90 <sup>c</sup> ± 0,141	38,00 <sup>d</sup> ± 0,000	33,30 <sup>e</sup> ± 0,281	69,45 <sup>a</sup> ± 0,071	58,15 <sup>b</sup> ± 1,68
<b>A02</b>	28,40 <sup>e</sup> ± 1,414	35,00 <sup>d</sup> ± 0,000	47,95 <sup>c</sup> ± 3,323	60,70 <sup>b</sup> ± 0,283	70,70 <sup>a</sup> ± 3,394
<b>A03</b>	23,85 <sup>e</sup> ± 1,344	35,00 <sup>d</sup> ± 0,000	37,80 <sup>c</sup> ± 1,414	107,0 <sup>a</sup> ± 1,131	60,40 <sup>b</sup> ± 1,273
<b>A04</b>	83,45 <sup>c</sup> ± 2,192	35,00 <sup>e</sup> ± 0,000	96,40 <sup>b</sup> ± 6,222	43,35 <sup>d</sup> ± 1,061	119,8 <sup>a</sup> ± 2,333
<b>A05</b>	33,20 <sup>d</sup> ± 0,141	38,00 <sup>c</sup> ± 0,000	45,35 <sup>b</sup> ± 2,192	48,25 <sup>a</sup> ± 0,354	46,80 <sup>ab</sup> ± 2,050
<b>A06</b>	31,05 <sup>c</sup> ± 1,768	38,00 <sup>bc</sup> ± 0,000	46,55 <sup>ab</sup> ± 2,616	27,20 <sup>bc</sup> ± 28,57	59,20 <sup>a</sup> ± 1,273
<b>A07</b>	33,10 <sup>d</sup> ± 0,566	35,00 <sup>c</sup> ± 0,000	46,20 <sup>b</sup> ± 0,566	46,35 <sup>b</sup> ± 0,494	61,25 <sup>a</sup> ± 1,626
<b>A08</b>	326,0 <sup>b</sup> ± 4,243	54,00 <sup>d</sup> ± 0,000	366,8 <sup>a</sup> ± 5,374	121,1 <sup>c</sup> ± 1,273	391,5 <sup>a</sup> ± 30,41
<b>A09</b>	134,2 <sup>c</sup> ± 1,766	53,00 <sup>d</sup> ± 0,000	177,4 <sup>a</sup> ± 2,899	175,4 <sup>a</sup> ± 2,333	155,5 <sup>b</sup> ± 13,93
<b>A10</b>	31,35 <sup>e</sup> ± 0,354	35,00 <sup>d</sup> ± 0,000	46,50 <sup>c</sup> ± 1,414	50,85 <sup>b</sup> ± 0,636	58,45 <sup>a</sup> ± 1,626
<b>B01</b>	39,40 <sup>c</sup> ± 1,838	38,00 <sup>c</sup> ± 0,000	59,60 <sup>b</sup> ± 1,838	61,35 <sup>b</sup> ± 0,354	71,45 <sup>a</sup> ± 1,626
<b>B02</b>	36,85 <sup>e</sup> ± 0,071	38,00 <sup>d</sup> ± 0,000	53,05 <sup>c</sup> ± 0,071	61,65 <sup>b</sup> ± 0,212	77,65 <sup>a</sup> ± 1,202
<b>B03</b>	31,35 <sup>e</sup> ± 0,071	40,00 <sup>d</sup> ± 0,000	46,40 <sup>c</sup> ± 0,141	49,00 <sup>b</sup> ± 0,990	60,30 <sup>a</sup> ± 0,141
<b>B04</b>	30,70 <sup>e</sup> ± 1,131	35,00 <sup>d</sup> ± 0,000	58,15 <sup>c</sup> ± 0,212	70,10 <sup>b</sup> ± 0,282	86,10 <sup>a</sup> ± 1,697
<b>B05</b>	33,60 <sup>e</sup> ± 0,424	35,00 <sup>d</sup> ± 0,000	55,70 <sup>c</sup> ± 0,707	67,80 <sup>b</sup> ± 0,566	84,40 <sup>a</sup> ± 1,131
<b>B06</b>	26,20 <sup>e</sup> ± 1,273	38,00 <sup>d</sup> ± 0,000	47,10 <sup>c</sup> ± 0,283	55,70 <sup>b</sup> ± 0,141	64,65 <sup>a</sup> ± 1,061
<b>B07</b>	27,30 <sup>e</sup> ± 1,414	40,00 <sup>c</sup> ± 0,000	37,15 <sup>d</sup> ± 0,212	42,70 <sup>b</sup> ± 0,424	49,75 <sup>a</sup> ± 0,495
<b>B08</b>	33,15 <sup>e</sup> ± 1,626	40,00 <sup>c</sup> ± 0,000	45,35 <sup>c</sup> ± 0,354	48,25 <sup>b</sup> ± 0,636	55,75 <sup>a</sup> ± 0,071
<b>B09</b>	32,55 <sup>d</sup> ± 3,041	41,00 <sup>c</sup> ± 0,000	42,90 <sup>c</sup> ± 0,000	49,60 <sup>b</sup> ± 1,556	55,90 <sup>a</sup> ± 0,707
<b>B10</b>	36,65 <sup>e</sup> ± 0,636	46,00 <sup>d</sup> ± 0,000	53,80 <sup>c</sup> ± 0,566	58,90 <sup>b</sup> ± 3,394	71,55 <sup>a</sup> ± 1,768

**Fonte:** Arquivo Pessoal (2019).

\*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.

Deste modo, observa-se na Tabela 2, que 95% das amostras nos meses de Setembro e Outubro obtiveram os valores mais altos quanto a esse parâmetro. Isso pode ser justificado pelo fato do volume das águas estarem menores em comparação aos demais meses. Cunha (2014), descreve que, como a CE está relacionada a presença de íons na água, devido ao baixo volume de água faz com que essa concentração aumente e consequentemente eleve o valor da condutividade elétrica.

Além disso, pode ser constatado uma variação estatística em 100% das amostras, isto é, ao longo do tempo ocorreu diferentes mudanças a respeito da CE, no qual há consideráveis diminuições no mês de Julho e aumento nos meses seguintes. Os valores que se destacam são os das amostras da Região A cujos dados são mais elevados, com ênfase em A04 que atingiu  $119,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , A08 com  $391,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e a amostra A09 com valor máximo na faixa de  $177,4 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Também foram evidenciados aspectos expressivos quanto a CE nas análises de Azevedo (2014) sendo,  $494 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ,  $120 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e  $503,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  em três reservatório pluviais, desmostrando que a condutividade elétrica varia consideravelmente para cada cisterna.

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. Contudo, constata-se que 85% das amostras apresentam dados abaixo de  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , comparado com trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores nota-se números relativamente parecidos. Amorim e colaboradores (2017), identificaram a CE em cisterna domiciliares de comunidades do município de Petrolina PE na faixa de  $51,43 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

Por outro lado, resultados diferentes foram constatados na tese de Machado (2017) as análises das águas de cisternas de placa apresentaram valor médio de  $27,91 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Portanto, Percebe-se que a Condutividade Elétrica é um aspecto físico da água que pode variar de abastecimento para abastecimento, podendo levar a compreensão do fato desse não se apresentar na portaria como um padrão de potabilidade.

Todavia, um parâmetro que apresenta uma significativa importância na avaliação da qualidade de água para consumo humano são os Sólidos Dissolvidos Totais, que acordo com Costa (2015) a análise dos SDT fornece informações sobre o grau íons dissolvidos na água. Para Casali (2008), uma elevada concentração desses sólidos pode acarretar problemas tais como: alteração no gosto tornando sua ingestão desagradável; seu consumo em excesso pode ocasionar problemas renais, pois pode proporcionar o acúmulo de sais na corrente sanguínea no favorecimento da formação de cálculos renais.

Neste contexto, a Tabela 3 dispõe dos resultados de SDT evidenciados nas cisternas utilizadas para o consumo humano da comunidade Baixa Grande.

**Tabela 3** - Análise dos Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L<sup>-1</sup>), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB.

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	53,50 <sup>a</sup> ± 0,707	59,00 <sup>a</sup> ± 0,000	35,50 <sup>c</sup> ± 2,121	32,00 <sup>d</sup> ± 0,000	32,50 <sup>d</sup> ± 0,000
A02	28,50 <sup>e</sup> ± 0,707	28,00 <sup>e</sup> ± 0,000	49,50 <sup>b</sup> ± 0,707	47,00 <sup>c</sup> ± 0,000	61,50 <sup>a</sup> ± 2,121
A03	24,00 <sup>d</sup> ± 1,414	33,50 <sup>c</sup> ± 0,567	39,50 <sup>c</sup> ± 0,707	86,50 <sup>a</sup> ± 0,707	54,00 <sup>b</sup> ± 0,000
A04	82,00 <sup>c</sup> ± 0,000	180,0 <sup>a</sup> ± 0,898	98,00 <sup>b</sup> ± 0,000	37,00 <sup>e</sup> ± 0,000	106,5 <sup>a</sup> ± 0,707
A05	32,50 <sup>d</sup> ± 0,707	79,00 <sup>b</sup> ± 0,234	46,50 <sup>a</sup> ± 0,707	42,00 <sup>bc</sup> ± 0,000	44,50 <sup>ab</sup> ± 3,536
A06	30,50 <sup>d</sup> ± 0,707	57,00 <sup>c</sup> ± 7,650	46,50 <sup>b</sup> ± 2,121	47,00 <sup>b</sup> ± 1,414	53,00 <sup>a</sup> ± 0,000
A07	32,00 <sup>b</sup> ± 0,000	39,50 <sup>b</sup> ± 2,035	47,50 <sup>b</sup> ± 0,707	43,50 <sup>b</sup> ± 0,707	74,50 <sup>a</sup> ± 27,58
A08	317,5 <sup>b</sup> ± 3,536	304,0 <sup>a</sup> ± 15,34	366,5 <sup>a</sup> ± 13,44	114,0 <sup>c</sup> ± 2,828	349,5 <sup>a</sup> ± 34,65
A09	131,0 <sup>b</sup> ± 1,414	309,5 <sup>b</sup> ± 2,452	178,5 <sup>a</sup> ± 0,707	166,0 <sup>a</sup> ± 1,414	137,5 <sup>b</sup> ± 14,85
A10	30,50 <sup>d</sup> ± 0,707	47,50 <sup>b</sup> ± 0,374	47,00 <sup>b</sup> ± 1,414	47,00 <sup>b</sup> ± 0,000	52,00 <sup>a</sup> ± 0,000
B01	37,50 <sup>e</sup> ± 2,121	57,00 <sup>b</sup> ± 0,001	59,50 <sup>b</sup> ± 0,707	56,00 <sup>c</sup> ± 0,000	64,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B02	34,65 <sup>e</sup> ± 0,495	17,82 <sup>d</sup> ± 0,000	49,50 <sup>c</sup> ± 4,950	57,00 <sup>b</sup> ± 0,000	68,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B03	30,00 <sup>c</sup> ± 0,000	82,00 <sup>b</sup> ± 0,000	52,00 <sup>a</sup> ± 7,071	49,00 <sup>a</sup> ± 1,414	53,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B04	29,50 <sup>d</sup> ± 0,707	86,50 <sup>b</sup> ± 0,356	57,00 <sup>c</sup> ± 1,414	65,00 <sup>b</sup> ± 0,000	76,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B05	32,00 <sup>e</sup> ± 0,000	83,00 <sup>a</sup> ± 0,043	51,00 <sup>c</sup> ± 7,071	62,00 <sup>b</sup> ± 0,000	74,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B06	24,50 <sup>d</sup> ± 0,707	66,00 <sup>a</sup> ± 0,213	41,50 <sup>c</sup> ± 5,657	51,00 <sup>b</sup> ± 0,000	57,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B07	25,50 <sup>c</sup> ± 0,707	66,50 <sup>ab</sup> ± 9,574	41,00 <sup>ab</sup> ± 5,657	39,00 <sup>c</sup> ± 1,414	44,50 <sup>a</sup> ± 0,707
B08	31,50 <sup>d</sup> ± 2,121	75,00 <sup>cd</sup> ± 5,098	43,50 <sup>b</sup> ± 2,121	44,50 <sup>b</sup> ± 0,707	49,00 <sup>a</sup> ± 0,000
B09	31,00 <sup>d</sup> ± 2,828	73,00 <sup>a</sup> ± 6,154	42,00 <sup>c</sup> ± 0,000	46,50 <sup>b</sup> ± 0,707	50,00 <sup>a</sup> ± 0,000
B10	34,50 <sup>e</sup> ± 0,707	86,50 <sup>a</sup> ± 0,000	52,00 <sup>c</sup> ± 0,000	56,50 <sup>b</sup> ± 0,707	62,50 <sup>a</sup> ± 0,707

Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 1000 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 monitorado.

Observa-se na Tabela 3, mais especificamente na região A, uma variação estatística em 100% das amostras, havendo poucas repetições das letras que especificam a estatística realizada. 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.

Porém, apesar do aumento do padrão de SDT ocorrer ao longo dos meses, cerca de 100% da amostra da Região A possuem valores inferiores a  $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ , estando com isso, dentro dos padrões conforme legislação vigente. Em contrapartida, os números correspondentes as 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.

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 e no trabalho desenvolvido por Brito, et al. (2005) que analisaram cisternas que recebem tanto a água da chuva como água provenientes de outras fontes, como de carro pipa por exemplo, verificaram valores 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, evidenciando que o processo de utilização e/ou tratamento do reservatório comprometeu e influenciou significativamente na alteração desse parâmetro em 20% das amostras da Região A.

Com relação as análises de SDT da região B, a variação segue na mesma lógica das identificadas na região A, com aumento ao longo do tempo, e com variações estatísticas em 100% dos resultados. Também não foram constatadas amostras desse grupo que apresentassem índices superiores aos determinados pela legislação, obtendo valores máximos na faixa de 86,05 na amostra B04 no mês de julho.

Desse modo, compreende-se que em todas as cisternas estudadas na Região B não há fatores que comprometam diretamente na alteração dos valores de Sólidos Dissolvidos Totais. Moraes (2016), aponta que todos os cuidados com a manutenção e o manejo da água de cisterna são importantes para não comprometer a qualidade da água e prevenir que problemas relacionados ao seu mau uso possam vir a surgir.

Seguindo nessa concepção, a aparência visual da água é outro aspecto no controle de qualidade da mesma, que também é indicado para análise pela Portaria de Consolidação nº05/2017, bem como os demais órgãos que avaliam qualidade de outros tipos de água, seja para uso potável ou não. Portanto, na Tabela 4 observa-se os dados referentes a Turbidez das águas de cisterna estudadas nesta pesquisa.



**Tabela 4** - Análise da Turbidez em (NTU) das águas de cisterna da Comunidade Baixa Grande Cachoeira dos Índios

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,375 <sup>a</sup> ± 0,035
A02	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,260 <sup>a</sup> ± 0,000
A03	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,360 <sup>a</sup> ± 0,000
A04	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,270 <sup>a</sup> ± 0,000
A05	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000
A06	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,050 <sup>a</sup> ± 0,057
A07	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,105 <sup>a</sup> ± 0,007
A08	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,090 <sup>a</sup> ± 0,000	1,945 <sup>a</sup> ± 0,007
A09	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,495 <sup>a</sup> ± 0,007
A10	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,090 <sup>a</sup> ± 0,000
B01	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	2,625 <sup>a</sup> ± 0,021
B02	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,275 <sup>a</sup> ± 0,007
B03	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	2,380 <sup>a</sup> ± 0,594
B04	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	1,810 <sup>a</sup> ± 0,156
B05	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	1,215 <sup>a</sup> ± 0,700
B06	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	1,265 <sup>a</sup> ± 0,728
B07	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,185 <sup>a</sup> ± 0,007
B08	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,195 <sup>a</sup> ± 0,007
B09	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,040 <sup>b</sup> ± 0,000	0,235 <sup>a</sup> ± 0,021
B10	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,040 <sup>a</sup> ± 0,000	0,190 <sup>a</sup> ± 0,000

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 4, verifica-se que com exceção da amostra A08, todas as amostras das duas regiões apresentaram valores de 0,040 NTU entre os meses de Junho e Setembro. Porém, no último mês de monitoramento 95% das cisternas apresentaram aumento significativo, chegando a apresentar variações de 2,650 NTU na amostra B01 e 2,380 NTU na amostra B03. Vale salientar que apesar da referida variação, os resultados

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

Tais constatações também foram observadas na pesquisa de Xavier (2010) que evidenciou maiores alterações da turbidez no período que as cisternas apresentaram menores volumes, com valores entre 2,3 NTU e 5,5 NTU, passando a estar fora dos VMP da portaria vigente.

Análise de Cor Aparente é um dos padrões de potabilidade que apresenta as características visuais da água. Os dados obtidos para esse parâmetro das águas dos reservatórios pluviais de Baixa Grande estão dispostos na Tabela 5.

**Tabela 5** - Análise de Cor Aparente (uH) das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande Cachoeira dos Índios PB

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
<b>A01</b>	5,250 ± 0,100	5,250 ± 0,020	4,500 ± 0,100	6,000 ± 0,010	3,000 ± 0,010
<b>A02</b>	4,500 ± 0,100	4,500 ± 0,020	7,000 ± 0,200	2,000 ± 0,200	12,00 ± 0,100
<b>A03</b>	4,000 ± 0,100	4,000 ± 0,100	5,000 ± 0,200	3,000 ± 0,200	7,000 ± 0,100
<b>A04</b>	1,750 ± 0,100	1,750 ± 0,020	2,500 ± 0,10 0	1,000 ± 0,100	4,000 ± 0,100
<b>A05</b>	9,000 ± 0,100	7,000 ± 0,020	9,000 ± 0,200	5,000 ± 0,020	9,000 ± 0,200
<b>A06</b>	1,500 ± 0,100	1,500 ± 0,200	3,000 ± 0,200	5,000 ± 0,02	6,000 ± 0,021
<b>A07</b>	6,750 ± 0,100	6,750 ± 0,020	8,500 ± 0,200	5,000 ± 0,100	12,00 ± 0,210
<b>A08</b>	9,750 ± 0,100	9,750 ± 0,100	7,500 ± 0,200	12,00 ± ,0210	12,00 ± 0,000
<b>A09</b>	6,000 ± 0,100	6,000 ± 0,011	6,000 ± 0,001	6,000 ± ,0310	6,000 ± 0,000
<b>A10</b>	4,500 ± 0,100	4,500 ± 0,020	6,000 ± 0,010	3,000 ± 0,002	9,000 ± 0,200
<b>B01</b>	7,250 ± 0,100	7,250 ± 0,200	7,500 ± 0,010	7,000 ± 0,100	8,000 ± 0,020
<b>B02</b>	4,750 ± 0,100	4,750 ± 0,020	3,500 ± 0,200	6,000 ± 0,100	1,000 ± 0,100
<b>B03</b>	4,750 ± 0,100	4,750 ± 0,020	5,500 ± 0,100	4,000 ± 0,111	7,000 ± 0,012
<b>B04</b>	10,50 ± 0,2000	10,50 ± 0,010	9,000 ± 0,001	12,00 ± 0,200	6,000 ± 0,000
<b>B05</b>	10,75 ± 0,100	10,75 ± 0,100	8,500 ± 0,001	13,00 ± 0,200	4,000 ± 0,021
<b>B06</b>	10,00 ± 0,100	10,00 ± 0,100	10,00 ± 0,100	10,00 ± 0,010	10,00 ± 0,100
<b>B07</b>	4,250 ± 0,100	4,250 ± 0,020	3,500 ± 0,010	5,000 ± 0,010	2,000 ± 0,100
<b>B08</b>	3,000 ± 0,100	3,000 ± 0,100	3,000 ± 0,001	3,000 ± 0,010	3,000 ± 0,021
<b>B09</b>	2,500 ± 0,100	2,500 ± 0,100	3,000 ± 0,100	2,000 ± 0,010	4,000 ± 0,100
<b>B10</b>	3,000 ± 0,100	3,000 ± 0,100	3,000 ± 0,011	3,000 ± 0,010	3,000 ± 0,200

Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

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

A Portaria de Consolidação nº 05/2017, estabelece como VMP para o parâmetro de Cor Aparente 15 uH. Com isso, ao analisar as cisternas da Região A pode-se constatar que 100% das amostras 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 30% das amostras. Os maiores valores encontrados nas análises de cisterna de placa por Machado (2017) foram entre 3,86 e 6,49 uH indo em concordância com 40% das amostras da Região A que apresentaram em determinado mês

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.

No que se diz respeito a região B, todas amostras estão dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos para esse parâmetro, no qual, apenas 30% das amostras chegaram a apresentar valores superiores a 10 uH. Além disso, pode-se destacar que apenas as amostras B04 e B05 tiveram variações significativas e em sentido decrescente, ou seja, seus valores foram diminuindo ao longo do tempo no qual realizava-se as análises.

Sendo assim, este fato pode ser justificado pelo tratamento que os usuários podem ter realizado, podendo esse ser um processo de floculação, que diminui a quantidade de matéria no estado coloidal. De acordo com Campos e Azevedo (2013) a cor aparente de uma amostra de água está associada a capacidade de redução de uma luz intensiva que atravessa a amostra, associado a presença de matéria orgânica e inorgânica no seu estado coloidal, ou seja, a decomposição de folhas por exemplo.

Ao realizar a análise de cor aparente pode-se perceber a estética da água, isto é, a aparência visual que a mesma apresenta, podendo essa ser de uma fonte confiável, e com isso identificar, também, através de outros parâmetros, se o seu uso é apropriado para finalidades potáveis (AMORIM et al., 2017).

A sequência do monitoramento é dada pela avaliação quanto aos parâmetros químicos da água. Nota-se na Tabela 6 os resultados das análises dos teores de cloretos nas águas dos reservatórios pluviais em estudo.

**Tabela 6** - Análise de Cloretos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande Cachoeira dos Índios PB

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	18,99 <sup>a</sup> ± 0,706	8,997 <sup>c</sup> ± 0,000	15,50 <sup>ab</sup> ± 0,707	11,99 <sup>bc</sup> ± 4,951	8,498 <sup>c</sup> ± 0,706
A02	10,47 <sup>c</sup> ± 2,156	13,50 <sup>b</sup> ± 0,707	17,50 <sup>a</sup> ± 0,000	18,22 <sup>a</sup> ± 1,735	9,997 <sup>c</sup> ± 0,000
A03	15,24 <sup>b</sup> ± 1,767	10,50 <sup>c</sup> ± 0,706	19,00 <sup>a</sup> ± 1,414	13,00 <sup>bc</sup> ± 2,827	10,50 <sup>c</sup> ± 0,706
A04	15,00 <sup>a</sup> ± 0,707	12,00 <sup>b</sup> ± 0,000	16,50 <sup>a</sup> ± 1,414	12,00 <sup>b</sup> ± 1,414	10,50 <sup>b</sup> ± 0,706
A05	12,25 <sup>a</sup> ± 0,354	15,00 <sup>a</sup> ± 0,000	17,50 <sup>a</sup> ± 0,000	13,00 <sup>a</sup> ± 0,000	15,24 <sup>a</sup> ± 3,181
A06	14,25 <sup>bc</sup> ± 0,354	12,00 <sup>cd</sup> ± 0,000	19,74 <sup>a</sup> ± 1,061	16,49 <sup>b</sup> ± 2,121	9,952 <sup>d</sup> ± 1,350
A07	15,00 <sup>a</sup> ± 0,706	15,50 <sup>a</sup> ± 0,707	15,74 <sup>a</sup> ± 0,354	18,99 <sup>a</sup> ± 1,414	9,997 <sup>a</sup> ± 0,000
A08	101,5 <sup>a</sup> ± 4,243	21,50 <sup>d</sup> ± 0,707	63,48 <sup>b</sup> ± 2,121	25,99 <sup>c</sup> ± 0,000	18,49 <sup>d</sup> ± 0,707
A09	23,49 <sup>c</sup> ± 1,414	18,99 <sup>d</sup> ± 1,414	28,49 <sup>b</sup> ± 1,414	45,49 <sup>a</sup> ± 2,128	10,50 <sup>c</sup> ± 0,706
A10	15,24 <sup>b</sup> ± 0,354	13,00 <sup>c</sup> ± 0,000	17,74 <sup>a</sup> ± 0,353	13,50 <sup>c</sup> ± 0,707	7,998 <sup>d</sup> ± 0,000
B01	15,99 <sup>a</sup> ± 2,121	17,50 <sup>a</sup> ± 1,414	17,24 <sup>a</sup> ± 3,181	11,50 <sup>b</sup> ± 0,706	11,50 <sup>b</sup> ± 2,121
B02	16,99 <sup>a</sup> ± 2,121	12,50 <sup>a</sup> ± 4,948	17,24 <sup>a</sup> ± 0,354	13,50 <sup>a</sup> ± 0,707	7,000 <sup>a</sup> ± 0,000
B03	22,49 <sup>a</sup> ± 7,777	16,00 <sup>ab</sup> ± 0,000	21,74 <sup>ab</sup> ± 0,354	15,50 <sup>b</sup> ± 0,707	8,000 <sup>c</sup> ± 1,414
B04	18,74 <sup>ab</sup> ± 1,768	16,00 <sup>b</sup> ± 1,414	20,74 <sup>a</sup> ± 2,474	12,00 <sup>c</sup> ± 0,000	10,00 <sup>c</sup> ± 1,414
B05	17,24 <sup>a</sup> ± 0,353	14,00 <sup>b</sup> ± 0,000	17,24 <sup>a</sup> ± 0,354	12,00 <sup>c</sup> ± 1,414	9,997 <sup>d</sup> ± 0,000
B06	17,24 <sup>a</sup> ± 0,353	13,00 <sup>b</sup> ± 0,000	17,74 <sup>a</sup> ± 0,353	16,99 <sup>c</sup> ± 2,828	8,998 <sup>d</sup> ± 1,414
B07	20,24 <sup>a</sup> ± 1,061	16,00 <sup>b</sup> ± 0,000	16,74 <sup>ab</sup> ± 2,474	19,49 <sup>ab</sup> ± 0,707	10,50 <sup>c</sup> ± 3,534
B08	17,97 <sup>b</sup> ± 1,382	11,50 <sup>c</sup> ± 3,535	23,99 <sup>c</sup> ± 0,707	17,49 <sup>b</sup> ± 2,121	7,000 <sup>d</sup> ± 1,414
B09	16,74 <sup>ab</sup> ± 1,767	13,00 <sup>bc</sup> ± 0,000	18,74 <sup>a</sup> ± 1,061	18,99 <sup>a</sup> ± 4,241	9,997 <sup>c</sup> ± 0,000
B10	19,49 <sup>b</sup> ± 0,000	12,50 <sup>c</sup> ± 0,707	18,49 <sup>b</sup> ± 0,000	22,99 <sup>a</sup> ± 0,000	7,998 <sup>d</sup> ± 1,414

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

VMP da Portaria de Consolidação nº 05/2017 = 250  $\text{mg.L}^{-1}$

\*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.

A partir dos dados verificados na tabela 6, com relação ao grupo populacional da região A identificou-se que 100% das amostras apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017, que considera teores máximos de 250  $\text{mgCl.L}^{-1}$ . Também é possível verificar variações estatísticas em praticamente todas as amostras, com no máximo de 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, os resultados obtidos com relação a amostra A08, esta apresentou a maior elevação no teor de cloretos entre todas as amostras, tendo seu maior índice observado no mês de junho com  $108,5 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ , no mês de agosto no qual as demais amostras apresentaram seus maiores números. A amostra A08 diminuiu consideravelmente chegando a obter no referido mês um resultado de  $63,48 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ .

É comum a presença dos íons cloro na forma de cloreto em águas superficiais, no entanto sua presença não acarreta problemas a saúde, mas pode apresentar um gosto salgado desagradável quando o teor é  $>100 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$  (COSTA, 2015). Por isso, os proprietários da cisterna A08 relatavam não ingerir a água devido ela apresentar um gosto desagradável, que pode assim ser justificada por esse e outros parâmetros com alterações nos seus padrões já constatadas.

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  $131,2 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $9,5 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $69,4 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ .

Ainda na Tabela 6, percebe-se que a região B, 100% dos reservatórios monitorados apresentaram resultados satisfatórios quanto aos teores de cloretos. Observa-se que os índices mais altos são destacados na maioria das cisterna no mês de agosto, assim como na região A. As cisternas que apresentaram maiores concentrações de cloretos foram B03 com  $21,74 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ , e B10 com  $22,99 \text{ mgCl}^- \cdot \text{L}^{-1}$  esse por sua vez ocorreu no mês de Setembro.

Outro aspecto que emprega um gosto desagradável a água é as altas concentrações de carbonatos cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e/ou 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  $150 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  à  $300 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  e por último muito dura com valores  $> 300 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Destarte, a Tabela 7 traz dados obtidos nos processos analíticos para determinação da dureza total das águas de cisternas.

**Tabela 7** - Análise da Dureza Total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios.

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	54,00 <sup>ab</sup> ± 25,46	44,00 <sup>ab</sup> ± 0,000	66,00 <sup>a</sup> ± 2,828	36,00 <sup>b</sup> ± 0,000	50,00 <sup>ab</sup> ± 8,485
A02	44,00 <sup>c</sup> ± 5,657	48,00 <sup>bc</sup> ± 0,000	52,00 <sup>b</sup> ± 5,657	52,00 <sup>b</sup> ± 0,000	72,00 <sup>a</sup> ± 0,000
A03	38,00 <sup>c</sup> ± 2,828	42,00 <sup>c</sup> ± 2,828	50,00 <sup>b</sup> ± 2,828	102,00 <sup>a</sup> ± 2,828	52,00 <sup>b</sup> ± 0,000
A04	90,00 <sup>b</sup> ± 2,828	92,00 <sup>b</sup> ± 0,000	114,0 <sup>a</sup> ± 8,485	40,00 <sup>c</sup> ± 5,657	38,00 <sup>c</sup> ± 2,828
A05	46,00 <sup>ab</sup> ± 2,828	72,00 <sup>a</sup> ± 28,284	48,00 <sup>ab</sup> ± 11,31	42,00 <sup>b</sup> ± 2,828	45,00 <sup>b</sup> ± 4,243
A06	50,00 <sup>b</sup> ± 2,828	64,00 <sup>a</sup> ± 5,657	50,00 <sup>b</sup> ± 2,828	52,00 <sup>ab</sup> ± 5,657	48,00 <sup>b</sup> ± 11,31
A07	42,00 <sup>a</sup> ± 2,828	48,00 <sup>a</sup> ± 11,31	48,00 <sup>a</sup> ± 0,000	48,00 <sup>a</sup> ± 5,657	48,00 <sup>a</sup> ± 0,000
A08	164,0 <sup>c</sup> ± 0,000	142,0 <sup>d</sup> ± 2,828	182,0 <sup>b</sup> ± 2,828	98,00 <sup>e</sup> ± 2,828	202,7 <sup>a</sup> ± 1,838
A09	82,00 <sup>c</sup> ± 2,828	44,00 <sup>e</sup> ± 0,000	96,00 <sup>a</sup> ± 0,000	76,00 <sup>d</sup> ± 0,000	88,00 <sup>b</sup> ± 5,657
A10	44,00 <sup>b</sup> ± 0,000	44,00 <sup>b</sup> ± 0,000	48,00 <sup>a</sup> ± 5,657	48,00 <sup>b</sup> ± 0,000	52,00 <sup>a</sup> ± 0,000
B01	48,00 <sup>c</sup> ± 0,000	60,00 <sup>ab</sup> ± 0,000	60,00 <sup>ab</sup> ± 0,000	62,00 <sup>a</sup> ± 2,828	58,00 <sup>b</sup> ± 2,828
B02	52,00 <sup>c</sup> ± 0,000	60,00 <sup>b</sup> ± 5,657	56,00 <sup>bc</sup> ± 0,000	60,00 <sup>b</sup> ± 0,000	66,00 <sup>a</sup> ± 2,828
B03	40,00 <sup>c</sup> ± 5,657	48,00 <sup>b</sup> ± 0,000	56,00 <sup>a</sup> ± 0,000	46,00 <sup>b</sup> ± 2,828	46,00 <sup>b</sup> ± 2,828
B04	44,00 <sup>d</sup> ± 0,000	56,00 <sup>c</sup> ± 5,657	92,00 <sup>a</sup> ± 0,000	60,00 <sup>c</sup> ± 0,000	80,00 <sup>b</sup> ± 5,657
B05	48,00 <sup>c</sup> ± 0,000	50,00 <sup>bc</sup> ± 2,828	66,00 <sup>ab</sup> ± 2,828	64,00 <sup>bc</sup> ± 5,657	72,00 <sup>a</sup> ± 0,000
B06	36,00 <sup>c</sup> ± 0,000	48,00 <sup>bc</sup> ± 0,000	66,00 <sup>a</sup> ± 2,828	42,00 <sup>c</sup> ± 2,828	58,00 <sup>ab</sup> ± 14,14
B07	40,00 <sup>b</sup> ± 0,000	44,00 <sup>b</sup> ± 0,000	80,00 <sup>a</sup> ± 39,60	38,00 <sup>b</sup> ± 8,485	36,00 <sup>b</sup> ± 0,000
B08	42,00 <sup>cd</sup> ± 2,828	48,00 <sup>b</sup> ± 0,000	72,00 <sup>a</sup> ± 0,000	44,00 <sup>c</sup> ± 0,000	40,00 <sup>d</sup> ± 0,000
B09	42,00 <sup>c</sup> ± 2,828	50,00 <sup>b</sup> ± 2,8284	48,00 <sup>b</sup> ± 2,828	46,00 <sup>bc</sup> ± 2,828	80,00 <sup>a</sup> ± 0,000
B10	50,00 <sup>b</sup> ± 2,828	56,00 <sup>a</sup> ± 0,000	56,00 <sup>a</sup> ± 0,000	56,00 <sup>a</sup> ± 0,000	58,00 <sup>a</sup> ± 2,828

Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

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.

Ao observar as amostras da região A na Tabela 7, percebe-se variação estatística ao longo dos meses analisados em 100% dos reservatórios estudado. Os meses com valores mais elevados distinguiram-se significativamente entre as amostras. As amostras A01, A04 e A07 tiveram seus maiores teores de dureza no mês de agosto correspondendo 30% e outros 30% sendo A02, A08 e A10 apresentaram maiores valores no mês de Outubro. As demais amostras tiveram seus índices mais elevados em Setembro

correspondendo 20%, sendo as amostras A03 e A09 e em Julho com os mesmos 20% representados pelas amostras A05 e A06.

Os valores máximos permitidos para o padrão de dureza em água para o consumo humano é de  $500 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Deste modo, compreende-se que todas as amostras da região A estão em concordância com a Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017. Todavia, vale ressaltar algumas amostras que apresentaram valores consideravelmente altos por ser água de proveniente da chuva, 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  $202,7 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Valores nessa faixa foram encontrados em cisternas que recebem água do carro pipa, como é o caso de reservatórios pluviais de Santa Luzia, zona rural de Picuí PB, com teores de dureza entre  $100,00 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  e  $180,00 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  (COSTA, 2015).

As constatações da Tabela 7 seguem com os resultados das análises dos reservatórios pluviais da região B, estando também dentro dos padrões estabelecidos em legislação. Os resultados apontaram uma variação estatística menor quando comparados com a região A, onde 40% das amostras tiveram seus maiores valores de dureza no mês de outubro sendo B02, B05, B09 e B10, enquanto que 60% tiveram maiores elevações de dureza nos meses de agosto e setembro que correspondem as amostras B03, B04, B06, B07 e B08, e apenas a B01 teve maior índice em Setembro.

Os maiores valores evidenciados na região B foi de  $80,00 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  para B04. Levando em consideração todas as amostras das duas regiões de estudo, conta-se que 95% de todas as amostras classificam-se como sendo água de dureza branda, por outro lado a amostra A08 apresentou uma classificação de água dura de acordo com a classificação supramencionada (NUNES, 2009).

Algumas contribuições são apontadas por World Health Organization – WHO (2006) com relação aos valores elevados de dureza, sendo destacado a importância que águas com minerais cálcio e magnésio apresentam em comunidades carentes como suprimentos alimentares, além disso. Problemas cardiovasculares podem ser prevenidos com concentrações elevadas desses compostos, encontra partida águas dur podem apresentar um sabor desagradável ao paladar.

Na Tabela 08 estão dispostos os dados obtidos quanto a alcalinidade das águas de abastecimento pluvial na comunidade Baixa Grande.



**Tabela 8** - Análise da Alcalinidade Total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ), das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios.

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	54,00 <sup>d</sup> ± 2,828	65,00 <sup>c</sup> ± 1,414	77,00 <sup>b</sup> ± 1,414	88,00 <sup>a</sup> ± 0,000	38,00 <sup>e</sup> ± 0,000
A02	63,00 <sup>d</sup> ± 1,414	84,00 <sup>c</sup> ± 0,000	104,0 <sup>b</sup> ± 2,828	120,0 <sup>a</sup> ± 0,000	59,00 <sup>e</sup> ± 1,414
A03	55,00 <sup>d</sup> ± 1,414	77,00 <sup>c</sup> ± 4,243	90,00 <sup>b</sup> ± 0,000	240,0 <sup>a</sup> ± 0,000	55,00 <sup>d</sup> ± 1,414
A04	181,0 <sup>c</sup> ± 4,243	205,0 <sup>b</sup> ± 1,414	223,0 <sup>a</sup> ± 1,414	108,0 <sup>d</sup> ± 0,000	111,0 <sup>d</sup> ± 1,414
A05	64,00 <sup>d</sup> ± 0,000	80,00 <sup>c</sup> ± 0,000	88,00 <sup>c</sup> ± 0,000	94,00 <sup>a</sup> ± 0,000	91,00 <sup>a</sup> ± 4,243
A06	69,00 <sup>d</sup> ± 4,243	80,00 <sup>c</sup> ± 0,000	94,00 <sup>b</sup> ± 0,000	106,0 <sup>a</sup> ± 0,000	47,00 <sup>e</sup> ± 1,414
A07	66,00 <sup>d</sup> ± 0,000	85,00 <sup>c</sup> ± 1,414	95,00 <sup>b</sup> ± 1,414	109,0 <sup>a</sup> ± 1,414	50,00 <sup>e</sup> ± 0,000
A08	381,0 <sup>b</sup> ± 1,414	329,0 <sup>c</sup> ± 1,414	502,0 <sup>a</sup> ± 2,828	254,0 <sup>d</sup> ± 2,828	209,0 <sup>e</sup> ± 1,414
A09	178,0 <sup>b</sup> ± 2,828	203,0 <sup>a</sup> ± 1,414	206,0 <sup>ab</sup> ± 2,828	213,0 <sup>ab</sup> ± 1,414	69,00 <sup>c</sup> ± 1,414
A10	73,00 <sup>d</sup> ± 1,414	86,00 <sup>c</sup> ± 0,000	99,00 <sup>b</sup> ± 1,414	108,0 <sup>a</sup> ± 0,000	40,00 <sup>e</sup> ± 0,000
B01	94,00 <sup>c</sup> ± 0,000	112,0 <sup>b</sup> ± 0,000	112,0 <sup>b</sup> ± 2,828	125,0 <sup>a</sup> ± 1,414	67,00 <sup>d</sup> ± 1,414
B02	79,00 <sup>d</sup> ± 1,414	91,00 <sup>c</sup> ± 1,414	108,0 <sup>b</sup> ± 2,828	127,0 <sup>a</sup> ± 1,414	67,00 <sup>e</sup> ± 1,414
B03	67,00 <sup>d</sup> ± 4,243	81,00 <sup>c</sup> ± 1,414	92,00 <sup>b</sup> ± 2,828	107,0 <sup>a</sup> ± 1,414	51,00 <sup>e</sup> ± 1,414
B04	70,00 <sup>e</sup> ± 0,000	98,00 <sup>c</sup> ± 0,000	136,0 <sup>b</sup> ± 2,828	156,0 <sup>a</sup> ± 0,000	85,00 <sup>d</sup> ± 1,414
B05	75,00 <sup>d</sup> ± 1,414	99,00 <sup>b</sup> ± 1,414	136,0 <sup>a</sup> ± 2,828	69,00 <sup>e</sup> ± 1,414	80,00 <sup>c</sup> ± 0,000
B06	58,00 <sup>c</sup> ± 2,828	75,00 <sup>b</sup> ± 1,414	105,0 <sup>a</sup> ± 1,414	57,00 <sup>c</sup> ± 1,414	58,00 <sup>c</sup> ± 0,000
B07	55,00 <sup>c</sup> ± 1,414	76,00 <sup>a</sup> ± 0,000	73,00 <sup>b</sup> ± 1,414	39,00 <sup>e</sup> ± 1,414	43,00 <sup>d</sup> ± 1,414
B08	72,00 <sup>c</sup> ± 2,828	81,00 <sup>b</sup> ± 1,414	99,00 <sup>a</sup> ± 1,414	46,00 <sup>d</sup> ± 0,000	53,00 <sup>e</sup> ± 1,414
B09	72,00 <sup>c</sup> ± 0,000	84,00 <sup>b</sup> ± 0,000	94,00 <sup>a</sup> ± 0,000	48,00 <sup>d</sup> ± 0,000	39,00 <sup>e</sup> ± 1,414
B10	80,00 <sup>c</sup> ± 2,828	95,00 <sup>b</sup> ± 1,414	119,0 <sup>a</sup> ± 1,414	56,00 <sup>d</sup> ± 0,000	57,00 <sup>d</sup> ± 1,414

**Fonte:** Arquivo Pessoal (2019)

\*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 resultados apresentados na Tabela 8 representam os índices da alcalinidade total, que se refere a capacidade da água de neutralizar ácidos, isto é, o quanto a ação tamponante do corpo d'água é efetiva, tendo em vista que os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  estão associado aos bicarbonatos (COELHO et al., 2015). Assim, com relação as amostras da região A é evidenciado diferentes valores durante o período de monitoramento, com aumento e diminuição dos índices de alcalinidade total ao longo dos meses. Os valores

mais altos foram observados nos meses de agosto constatado em 20% das amostras e Setembro com 80 % das amostras.

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 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Deste modo, evidencia-se que 90% das amostras da região A apresentaram teores dentro da faixa de águas naturais determinadas pelos autores mencionados

Contudo, em 40% das amostras foram constatados teores significativamente elevados, sendo esses casos representados pelas cisterna A03, que chegou a apresentar um teor de 240,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, A04 indicou 223,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, a amostra A08 que exibiu o maior teor em relação as demais reservatórios pluviais atingindo 502,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> e A09 com 213,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Essa elevação evidenciada pode estar relacionada a manutenções na parte interna da cisterna, que dependendo do que foi realizado, como uma pintura com cal por exemplo, pode provocar o aumento da alcalinidade total.

Na região B, os valores mais elevados de alcalinidade total são evidenciados nos meses de Agosto em 60% das amostras estudadas e Setembro correspondendo 40% do grupo populacional em questão. 70% das amostras apresentaram teores superiores a 100 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, estando essas dentro da classificação de águas naturais a respeito da alcalinidade total estabelecida por (LORDELO; PORSANI; BORJA, 2018).

Como forma de compreender a variação constatada nas análises das águas pluviais das cisterna de Baixa Grande, ao comparar com resultados observados no trabalho de Xavier (2010), em águas abastecidas por carro pipa com alcalinidade o autor encontrou dados na faixa de 107 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, enquanto que em águas com apenas abastecimento pluvial, os números foram na faixa média de 50 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Em concordância, nas análises de Machado (2017) os dados obtidos foram de 57,73 a 61,38 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> apresentando-se ser inferiores aos das cisternas estudadas neste trabalho.

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 da família não está 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.

### 5.3 Qualidade Microbiológica das águas de cisterna da comunidade Baixa Grande

Na Tabela 9 estão dispostos a quantificação do Número Mais Provável NMP.100mL<sup>-1</sup> de Coliformes Totais 35°C das águas de cisterna de Baixa Grande.

**Tabela 9** - Análise Microbiológica Coliforme 35°C (NMP.100mL<sup>-1</sup>) as águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira Índios.

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	43	3	93	93	75
A02	240	>1100	7,4	93	43
A03	<3	<3,0	<3,0	23	20
A04	460	1100	43	1100	460
A05	15	7,2	14	150	150
A06	93	35	7,4	15	1100
A07	9,2	290	11	>1100	150
A08	<3,0	36	23	43	3
A09	<3,0	<3,0	3,6	6,2	<3,0
A10	>1100	21	3,6	<3,0	<3,0
B01	3	3	11	93	460
B02	290	290	11	240	150
B03	15	36	>1100	>1100	>1100
B04	>1100	>1100	9,2	21	28
B05	>1100	>1100	11	240	460
B06	28	28	3	460	93
B07	>1100	>1100	11	>1100	>1100
B08	93	>1100	11	>1100	74
B09	>1100	36	36	43	<3,0
B10	1100	>1100	290	460	23

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

VMP Portaria de Consolidação nº 05/2017= Ausência em 100 mL

Com relação aos resultados apresentados na Tabela 9, a respeito das análises microbiológica dos Coliformes 35°C da região A, nota-se que 100% das amostras apresentaram contaminação constatado em todo o monitoramento realizado nesta

pesquisa. É perceptível também a variação quanto ao grau de contaminação em todos os meses para todas as amostras, nas quais apresentam-se crescimentos e decaimentos ao longo das quantificações. Este fato encontra-se em conformidade com o que diz Amaral (2001) a respeito da contaminação de microrganismo ser dinâmico, além de poder ser intermitente.

A amostra A04 destaca-se por apresentar valores expressivos em quase todos os meses monitorados. Os maiores destaques foram identificados nos meses de julho e setembro, que atingiram índices de NMP.100mL<sup>-1</sup> na faixa de 1100. O menor valor foi registrado no mês de agosto, com valor de 43 NMP.100mL<sup>-1</sup>, apesar dessa diminuição, este dado encontra-se fora do padrão estabelecido pela Portaria vigente.

A Portaria de Consolidação nº 05/2017, estabelece para água de consumo humano a ausência de Coliformes 35°C em 100 mL. Com isso, percebe-se que todas as amostras estão fora dos padrões estabelecidos, necessitando-se da realização de tratamentos para serem consumidas. Além dessa contaminação detectada em todas as amostras, 60% apresentaram NMP.100mL<sup>-1</sup> >100, ou seja, a maioria das cisternas apresentaram números significativamente elevados durante os cinco meses de monitoramento.

Comparando com dados encontrados na literatura para águas de cisterna, percebe-se no trabalho de Silva, Perelo e Moraes (2014) que 30% das amostras estudadas apresentaram contaminação entre 30 e 100 NMP.100mL<sup>-1</sup>, outros 15% estiveram entre 100 e 900 NMP.100mL<sup>-1</sup> e 55% apresentaram índice de contaminação  $\geq$  1600 NMP.100mL<sup>-1</sup>. Contudo, percebe-se a semelhança dos dados apresentados por Silva e colaboradores (2014) com relação aos resultados obtidos no estudo em tela, demonstrando que abastecimentos dessa natureza podem sofrer contaminação.

Com relação ao estudo do grupo populacional da região B, em 100% das amostras foram identificadas presença de Coliformes 35°C, estando essas também fora dos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017. Outra situação que merece destaque, é o fato de que todos os reservatórios estudados da região B apresentaram valores superiores a 100 NMP.100mL<sup>-1</sup>. Além disso, observa-se também que 50% das amostras apresentaram em pelo menos dois meses um grau de contaminação superior a 1100 NMP.100mL<sup>-1</sup>.

Em águas que são identificadas a presença de coliformes totais (coliformes 35°C) e em quantidades elevadas podem ter a possibilidade da contaminação fecal (coliformes 45°). Muitos riscos à saúde podem surgir para as pessoas que ingerem águas com esse tipo de contaminação, como por exemplo, febre tifóide, cólera, disenteria bacilar,

diarreias, hepatites e etc. (AMORIM; PORTO, 2017). Assim, abastecimentos de água que identifica-se presença de Coliformes 45°C, indica que a mesma pode estar poluída via fezes de animais de sangue quente, como os seres humanos por exemplo, e com isso favorecer o surgimentos de doenças supramencionadas para quem ingeri-las (OLIVEIRA et al., 2012).

Sendo assim, compreendendo a importância da determinação de NMP de coliformes 45°C, na Tabela 10 é destacado os resultados obtidos da análise mencionada sobre as cisternas da comunidade rural Baixa Grande.

**Tabela 10** - Análise de Coliforme 45°C (NMP.100mL<sup>-1</sup>) das águas de cisterna de Baixa Grande, Cachoeira dos Índios

<b>AMOSTRAS</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>
<b>A01</b>	9,2	<3,0	<3,0	<3,0	7,4
<b>A02</b>	43	<3,0	<3,0	<3,0	9,2
<b>A03</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	7,2
<b>A04</b>	3,6	<3,0	<3,0	<3,0	460
<b>A05</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<b>A06</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	21
<b>A07</b>	<3,0	<3,0	<3,0	3	9,2
<b>A08</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<b>A09</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<b>A10</b>	43	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<b>B01</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	21
<b>B02</b>	7,2	<3,0	<3,0	9,2	11
<b>B03</b>	<3,0	<3,0	<3,0	7,4	3,6
<b>B04</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<b>B05</b>	3,6	<3,0	<3,0	<3,0	75
<b>B06</b>	9,2	<3,0	<3,0	<3,0	3,6
<b>B07</b>	43	<3,0	<3,0	<3,0	460
<b>B08</b>	43	<3,0	<3,0	<3,0	75
<b>B09</b>	210	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<b>B10</b>	210	<3,0	<3,0	<3,0	23

Fonte: Arquivo Pessoal (2019).

VMP Portaria de Consolidação nº 05/2017= Ausência em 100 mL

Os resultados evidenciados na Tabela 10, apontam que 70% das amostras referente a região de análise A, indicaram a presença de Coliformes 45°C. Além disso, percebe-se que todas as amostras que identificaram resultados positivos estão fora do padrão estabelecido pela Portaria de Consolidação nº 05/2017. Vale ressaltar que os maiores índices de contaminação ocorreram nos meses de Junho e Outubro e, apenas 10% das amostras da região A apresentaram contaminação no mês de Setembro, nos demais meses foram constatados contaminações mínimas.

Ao comparar os resultados obtidos por Prado, et al. (2018) que identificaram nas cisternas da comunidade Sororoça zona rural do município de Santana do Acaraú CE, índices de Coliformes 45°C entre 2 NMP.100mL<sup>-1</sup> e 1700 NMP.100mL<sup>-1</sup>, demonstrando que a contaminação das águas das cisterna de Baixa Grande em relação ao parâmetro microbiológico ressaltado é inferior ao que foi relatado pelos autores.

Entretanto, é preocupante o fato de águas utilizadas para o consumo humano indicar presença de grupos de bactérias patogênicas que podem comprometer a saúde dos consumidores dessa água. Vários fatores podem favorecer a presença desses microrganismos e um deles é justamente o modo de utilização dos reservatórios realizadas pelos próprios proprietários.

Com relação aos índices de contaminação da região B, é possível perceber na Tabela 10 que 90% das cisternas tiveram a presença de Coliformes 45°C observada durante os meses de monitoramento, com maiores valores para a cisterna B07 no mês de Outubro 460 NMP.100mL<sup>-1</sup> e nas B09 e B010 no mês de junho 210 NMP.100mL<sup>-1</sup>.

Além das análises para determinação de NMP de Coliformes 35°C e Coliformes 45°C, foram realizadas análises a respeito da presença ou ausência de *Escherichia coli*. Na Tabela 11 é identificado as amostras que apresentaram ao longo das análises presença ou ausência de *E.Coli*.

**Tabela 11** - Determinação da presença ou Ausência de *Escherichia coli* nas águas de cisterna da comunidade Baixa Grande, Cachoeira dos Índios PB.

AMOSTRAS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
A01	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A02	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A03	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A04	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A05	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A06	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A07	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A08	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A09	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
A10	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B01	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B02	Presença	Ausência	Ausência	Presença	Ausência
B03	Ausência	Ausência	Ausência	Presença	Ausência
B04	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B05	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B06	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B07	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B08	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B09	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
B10	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

**Fonte:** Arquivo Pessoal (2019)

**VMP pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 = Ausência em 100 mL**

Nesse sentido, durante as análises realizada ao longo do monitoramento, foram identificados que no mês de junho 35% das amostras apresentaram de *E. coli*. Novas identificações foram constatadas no mês de Setembro nas amostras B02 e B03, A portaria de Consolidação nº 05/2017 presume ausência de *E. coli* em 100 mL, evidenciando que essas amostras destacadas apresentaram-se inadequadas para o consumo, necessitando da realização de tratamento para que a mesma possa ser consumida.

Entre os métodos elencados pelos colaboradores da pesquisa sobre tratamento da água após a retirada da água da cisterna, cerca de 25% havia relatado que faziam a desinfecção por meio de hipoclorito de sódio oferecido pelo Ministério da Saúde. De acordo com Amorim e Porto (2017), esse é um dos métodos mais utilizados para a redução ou eliminação de microrganismos patogênicos em águas de cisterna. Vale ressaltar que a adição do cloro na água precisa ser controlado, tendo em vista que este também é um padrão de potabilidade.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa proporcionou a identificação das características das águas de cisterna de 20 famílias situadas na comunidade Baixa Grande, espaço rural de Cachoeira dos Índios PB. As análises apresentaram índices preocupantes em determinados parâmetros ressaltando a importância de estudos em comunidades rurais, pois através de um trabalho dessa natureza, como é o caso deste, foi possível detectar diversos problemas que podem trazer consequências principalmente a saúde dos consumidores.

De certo modo, a realização da avaliação dos VMP dos parâmetros que determinam a potabilidade da água é de significativa importância, pois proporcionará conhecimento sobre a qualidade da água que está sendo consumida, e assim, compreender se a mesma possui condições adequadas e os padrões permitidos para o consumo potável, sem que provoque o nenhum problema as pessoas consumidoras da água, que neste estudo refere-se sobre as águas de abastecimento pluvial armazenadas nas cisternas de placa de Baixa Grande.

Sendo assim, com relação aos aspectos físicos e químicos analisados, constata-se que cerca de 95% das águas das cisternas de Baixa Grande apresentaram condições ideais para o consumo, outros 05% precisam passar por determinados tratamentos para apresentar-se ideal para o consumo, como na redução do pH, Dureza Total, Alcalinidade Total, SDT, CE que apresentaram índices elevados.

Já com relação aos aspectos microbiológicos, 100% das águas armazenadas nas cisternas estudadas nesta pesquisa necessitam de tratamento para que suas águas possam ser consumidas. Essas contaminações podem estarem relacionadas as práticas de utilização realizadas pelas proprietários das cisternas, pois dependendo do modo que se faz o manejo, bem como o cuidar do reservatório, podem comprometer e contaminar a água que é utilizada para finalidades potáveis.

Nesse sentido, ressalta-se a importância do acompanhamento dos órgãos de vigilância para com esses abastecimentos, além de orientar as famílias sobre as práticas de utilizações adequadas a serem realizadas, para que não ocorram 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, fato esse, enaltece a representatividade dos reservatórios pluviais, que foram adquiridos com muito esforço pelas famílias, que através dos cuidados diários mantem o seu 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.

Portanto, as sugestões que podem ser dadas para os próximos trabalhos e pesquisas que abordem assuntos como o aqui apresentado, é a realização de análises referentes a outros parâmetros de potabilidade preconizados na legislação de águas para consumo humano.

Além disso, é conveniente a realização de estudos que comparem as águas de cisternas com abastecimento exclusivamente pluvial, com outras que recebem abastecimento de carro pipa, e com isso compreender a efetividade em termos de qualidade de água para cada tipo de abastecimento.

## 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-eletricacom-sondas-multiparametros>. Acesso em 10 de Novembro 2019.
- ALMEIDA, Hosana Maria Lima. **Avaliação da Qualidade da Água de Cisternas do Distrito de São José da Mata-PB**. 44f. TCC apresentado ao curso de graduação (Química Industrial), da Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande, 2018.
- AMARAL, L. A. **Qualidade higiênico-sanitária e teor de nitratos na água utilizada em propriedades leiteiras situadas na região nordeste do Estado de São Paulo**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 112p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2001
- 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: 15 de Agosto de 2019.
- AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante; PORTO, Everaldo Rocha. 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**. Embrapa, 2004.
- APHA, American Public Health Association. Committee on Microbiological for Foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed. Washigton: American Public Association. 2005. 676p.
- ARAÚJO, Bruno Freire. **Condições de manejo de sistemas de captação de água de chuva armazenada em cisternas de comunidades rurais do sertão paraibano**. 2014. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande PB, 2014.
- ARAUJO, Thaiza Monteiro Paz de. **Potencial de captação da chuva e avaliação da qualidade de água de cisternas em Poço Redondo, Sergipe**. 2015. 120 f. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.
- ASA. Articulação do Semiárido Brasileiro. 2015. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>. Acesso em: 06 Setembro 2018.
- 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**, 16.1: 179-189, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3211/321128742016.pdf>. Acesso em: 08 de Agosto de 2018.

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

BARROS, Camila Natalia Gonçalves de; *et al.* Caracterização de águas de cisterna da zona rural do município de Salgueiro – PE. Anais do **I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido** – Campina Grande PB, 2016.

BRASIL. IBGE. 2018. Cachoeira dos Índios-PB. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cachoeira-dos-indios/panorama>. Acesso em: 08 Julho, 2019.

BRASIL, **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: 15 de Setembro de 2019.

BRITO, Luiza Teixeira de Lima. *et al.* Análise da qualidade das águas de cisternas em cinco municípios do semi-árido brasileiro. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Congresso Brasileiro De Agroecologia, 3.; Seminário Estadual de Agroecologia**, Florianópolis, 2005.

CANDIOTTO, Luciano Zanetti. Pessôa; GRISA, Felipe Fontoura.; SCHIMITZ, Luiz Antônio. Considerações sobre a experiência de construção de cisternas em Unidades de Produção e Vida Familiares (UPVFs) do município de Francisco Beltrão – Paraná. **Revista NERA, Presidente Prudente**, ano 18, n. 29, p. 174- 193, jul-dez, 2015. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/3119/3134>. Acesso em: 20 de Maio de 2019.

CABRAL, Adriana Rodrigues; DANIEL, Mariely Helena Barbosa. **Monitoramento da qualidade da água para consumo humano [unidade 04]**, 2014. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1052> Acesso em: 20 de Agosto de 2019.

CAMPOS, Mônica Maria; AZEVEDO, Flávio Rocha. Aproveitamento das águas pluviais para o consumo humano direto. **Jornal Eletrônico, Faculdades Integradas Viana Junior**, ano V – Edição I, 23 – 42, 2013.

Casa Vogue. **Aquedutos Romanos Resistem ao Tempo**, (2012). Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2012/09/aquedutos-romanos.html> Acesso em: 15 Agosto de 2019.

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, 81F. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

CRUZ, M. A. *et al.* Grau de amadurecimento do fruto na qualidade fisiológica de sementes de atemóia (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.). **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 3, p. 283-293, jul./set. 2016.

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

FERREIRA, José Gomes; FIGUEIREDO, Fábio Fonseca. Seca, memória e políticas públicas na região Nordeste do Brasil. In: Anais **do XXI Congresso ALAS-Associação Latino Americana de Sociologia**, 2017.

FREITAS, Bruno Andrade de; *et al.* Análise da qualidade da água de cisterna residenciais no município de Arauna – PB. In: **II Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro**, 2015, Campina Grande – PB. Anais do II WIASB, 2015.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de análise de água**. 3ª ed. rev -Brasília - 144p, 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**. 6. ed. Editora Atlas SA, 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?. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 21, n. 3, p. 623-633, Sept. 2016 . Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141341522016000300623&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522016000300623&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 25 de Agosto 2019.

GNADLINGER, João. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. Palestra no 2 Fórum Mundial da Água. Haia, Holanda, 2000.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

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. Disponível em: <  
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28896>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2019

LORDELO, Lidiane Mendes Kruschewsky. *et al.* Avaliação do uso e funcionamento das cisternas do P1MC—um estudo no semiárido baiano. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 5, n. 2, p. 107-121, 2017. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/21542/14948>. Acesso em: 10 de Agosto de 2019.

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 F. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, 2017.

MADER NETO, Otto Samuel. *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, S, K, S. 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.

OLIVEIRA, Daniele Vargas. *et al.* Qualidade da água e identificação de bactérias Gram-negativas isoladas do Arroio Dilúvio, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Evidência**, v. 12, n. 1, p. 51-62, 2012. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49813191/1975-7728-1-PB.pdf?responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DQualidade\\_da\\_agua\\_e\\_identificacao\\_de\\_bac.pdf&XAmzAlgorithm=AWS4HMACSHA256&XAmzCredential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191114%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&XAmzDate=20191114T170348Z&XAmzExpires=3600&XAmzSignedHeaders=host&XAmzSignature=16f594af741544b08b9fae2ddab33c59b6fbab5d7fa6eba3db161cbefd7b77f3](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49813191/1975-7728-1-PB.pdf?responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DQualidade_da_agua_e_identificacao_de_bac.pdf&XAmzAlgorithm=AWS4HMACSHA256&XAmzCredential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191114%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&XAmzDate=20191114T170348Z&XAmzExpires=3600&XAmzSignedHeaders=host&XAmzSignature=16f594af741544b08b9fae2ddab33c59b6fbab5d7fa6eba3db161cbefd7b77f3)  
Acesso em: 12 de Novembro de 2019.

PRADO, Júlio César Sousa. *et al.* Avaliação Microbiológica E Parasitológica Da Água Proveniente De Chuvas Armazenadas Em Cisternas Localizadas Em Uma Zona Rural Do Município De Santana Do Acaraú, CE. **Revista Uningá**, 2019, 56.3: 141-150.

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.

REIS, Ana Paula Borges. *et al.* Análise microbiológica da água armazenada em reservatório na cidade de Campo Limpo de Goiás, GO. p.10, 2011. Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/revistaanapolisdigital/wpcontent/uploads>. Acesso em: 10 de Outubro de 2019.

SEGTOWICK, Edilene Cléa Dos Santos; BRUNELLI, Luciana Trevisan; VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, 16.2: 147-154, 2013

SILVA, Ana Paula R. *et al.* Captação e tratamento de águas pluviométricas para fim potável. **Template for Eletronic Submission of Organic**, 2015. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43442123/DPQ2\\_FINAL\\_ARTIGO.pdf?](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43442123/DPQ2_FINAL_ARTIGO.pdf?). Acesso em: 25 Outubro de 2019.

SILVA, Júnior Carlos Gomes da. *et al.* Diagnóstico do uso de cisternas de placas em comunidades rurais da cidade de Nossa Senhora das Dores–SE. **Revista Expressão Científica (REC)**, 3.1, 2018

SILVA, N. M. D.; PERELO, L. W.; MORAES, L. R. S. Fatores intervenientes da qualidade microbiológica das águas de chuva armazenadas em cisternas da área rural do município de Inhambupe no semiárido baiano. **XII Simpósio Ítalo Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental**, 2014.

SILVA, Selma Thaís Bruno. **Influência das condições de ocupação do solo, da deposição seca e de dispositivos de desvio, sobre a qualidade da água de chuva**. 65F. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pernambuco – Recife PE, 2017.

TRISTÃO, Virgínia Talaveira Valentinia; TRISTÃO, José Americo Martelli. A contribuição das ONGS para a Educação Ambiental: Uma avaliação da percepção dos Stakeholders. **Ambiente & Sociedade**, 19(3), 47-66, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n3/pt\\_1809-4422-asoc-19-03-00047.pdf](http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n3/pt_1809-4422-asoc-19-03-00047.pdf)> Acesso em: 08 de Novembro de 2019.

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