



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS DO
DISTRITO DE SÃO JOSÉ DA MATA - PB**

HOSANA MARIA LIMA DE ALMEIDA

CAMPINA GRANDE – PB

2018

HOSANA MARIA LIMA DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS DO
DISTRITO DE SÃO JOSÉ DA MATA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como exigência para obtenção
do Título de Bacharel em Química
Industrial pela Universidade Estadual da
Paraíba – UEPB

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz

CAMPINA GRANDE – PB

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A447a Almeida, Hosana Maria Lima de.
Avaliação da qualidade da água de cisternas do distrito de São José da Mata - PB [manuscrito] : / Hosana Maria Lima de Almeida. - 2018.
42 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2018.

"Orientação : Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz ,
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."

1. Qualidade da água. 2. Cisternas. 3. Armazenamento de água. I. Título

21. ed. CDD 628.161

HOSANA MARIA LIMA DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS DO DISTRITO DE
SÃO JOSÉ DA MATA – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como exigência para obtenção
do Título de Bacharel em Química
Industrial pela Universidade Estadual da
Paraíba – UEPB

Aprovado em: 27/06/2018

BANCA EXAMINADORA

Márcia Ramos Luiz

Prof.^a. Dr.^a. Márcia Ramos Luiz (Orientadora – DESA / UEPB)

Isanna Menezes Florêncio

Dr.^a. Isanna Menezes Florêncio (Examinadora – DQ / UEPB)

Adriana Valéria Arruda Guimarães

Dr.^a Adriana Valéria Arruda Guimarães (Examinadora – DQ / UEPB)

CAMPINA GRANDE

2018

*Entrega teus caminhos ao senhor, confia nele e ele tudo fará.
Salmos (37:5).*

AGRADECIMENTOS

Quando criança tinha um grande sonho e este desejo foi crescendo na juventude. Meu caminho parecia impossível, algo longínquo e distante, mas calcei as sandálias da persistência, da força e mansidão e aos poucos algo irreal e imaginário bateu em minha porta.

Eu te agradeço Deus por estar comigo em todo este percurso, por segurar em minhas mãos quando eu pensava em desistir, e pelos anjos que o senhor colocou em minha vida.

Obrigada pai, Matias Barros de Lima (*in memoriam*), pelos grandes ensinamentos de vida e amor, por todas as memórias boas que hoje me fazem recordar minha infância. Obrigada mãe, Valcira Vieira de Almeida pelo carinho e dedicação.

Obrigada Filho, Vinícius Levy de Almeida Souto, pelo amor e a grande maravilha de poder cuidar de você e pela força que hoje me faz estar aqui.

Obrigada vovô, Benedita Faustino de Araújo, pelos conselhos, pela pessoa que sou hoje e toda sua dedicação.

Ao meu marido, irmãos e primos, pelo carinho e amizade, que sempre me ajudaram para realização deste sonho.

Ao amigo Franklin Hudson por sempre estar ao meu lado nos momentos difíceis. Obrigada pela amizade !

A minha professora Márcia Ramos Luiz, pela amizade, dedicação e carinho, e os muitos ensinamentos em sala de aula.

Aos colegas, Palloma, Agnis, Adriana, Alluska, Janaína, Ronaldo. Obrigada!

Aos colegas que me auxiliaram nesta pesquisa, Patricia, Rogério, Edson, Renaly, Felipe, Adna e Isanna. Meu muito obrigada!

RESUMO

A água é essencial para a vida no planeta terra, sua existência é fundamental para os processos biológicos dos seres humanos. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de amostras de água de cisternas da zona rural de São José da Mata, distrito de Campina Grande, estado da Paraíba. As cisternas foram construídas para abastecer famílias carentes da zona rural que sofriam com a forte estiagem da região Nordeste, sendo armazenadas águas pluviais pelo sistema de calhas. As coletas para as análises ocorreram nos meses de maio a junho de 2018, no qual foram avaliadas dez reservatórios. Foram determinados os ensaios físico-químicas de sólidos totais, condutividade elétrica, turbidez, pH e cor. As análises microbiológicas realizadas foram, ausência ou presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, e contagem de bactérias heterotróficas. Diante dos resultados apresentados, constatou-se que as amostras de águas das cisternas analisadas encontravam-se fora dos padrões de potabilidade da legislação vigente, pelas condições higiênicas, devendo esta água sofrer algum processo de tratamento para o consumo humano, mostrando-se ainda um grande desafio para a aptidão da saúde e de ações de controle e vigilância da qualidade da água.

Palavras-chave: Água, Cisternas, Qualidade, Avaliação.

ABSTRACT

Water is essential for life on planet earth, its existence is fundamental to the biological processes of humans. This work aimed to evaluate the physical-chemical and microbiological quality of water samples from cisterns in the rural area of São José da Mata, Campina Grande district, state of Paraíba. The cisterns were built to supply needy families in the rural areas that suffered from the severe drought in the Northeast, storing rainwater through the gutter system. The collections for the analyzes occurred in the months of May to June of 2018, in which ten reservoirs were evaluated. Physical-chemical tests of total solids, electrical conductivity, turbidity, pH and color were determined. The microbiological analyzes were, absence or presence of total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*, and counting of heterotrophic bacteria. In view of the presented results, it was verified that the water samples of the cisterns analyzed were outside the standards of potability of the current legislation, due to the hygienic conditions, and that this water must undergo some treatment process for human consumption, showing a still great challenge for health fitness and water quality control and surveillance actions. **Keywords:** Water, Cisterns, Quality, Evaluation.

Keywords: Water, Cisterns, Quality, Evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	20
Figura 2	27
Figura 3.....	27
Figura 4	27
Figura 5	30
Figura 6.....	34
Figura 7.....	35
Figura 8.....	35
Figura 9.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.....17

Tabela 2.....31

Tabela 3.....32

Tabela 4.....34

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	04
RESUMO.....	05
ABSTRACT.....	06
LISTA DE FIGURAS.....	07
LISTA DE TABELA.....	08
1. INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.....	14
2.2 TRATAMENTO DE ÁGUA.....	15
2.3 ÁGUA E QUALIDADE DE VIDA.....	15
2.4 RECURSOS HÍDRICOS NO NORDESTE.....	18
2.5 PROGRAMA DAS CISTERNAS.....	19
2.6 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE.....	19
2.7 ZONA RURAL DE SÃO JOSÉ DA MATA.....	19
2.8 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	26
2.8.1 TURBIDEZ.....	21
2.8.2 COR.....	21
2.8.3 SÓLIDOS TOTAIS.....	21
2.8.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	22
2.9 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	22
2.9.1 COLIFORMES TOTAIS.....	22
2.9.1.1 COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	23
2.9.1.2 GRUPO DE MICRORGANISMOS <i>E. COLI</i>	23
2.9.1.3 CONTAGEM DE MESÓFILOS OU HETEROTRÓFICOS.....	23
3. METODOLOGIA.....	25

3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1.1	COLETA DAS AMOSTRAS.....	25
3.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	25
3.2.1	SÓLIDOS TOTAIS.....	26
3.2.2	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	26
3.2.3	TURBIDEZ.....	26
3.2.4	PH.....	26
3.3	ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS.....	27
3.3.1	TESTE CONFIRMATIVO PARA COLIFORMES TOTAIS.....	28
3.3.2	TESTE CONFIRMATIVO PARA COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	28
3.3.3	TESTE PARA <i>E. COLLI</i>	28
3.3.4	CONTAGEM DE HETERÓTROFOS.....	29
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1.INTRODUÇÃO

A água é o solvente universal que transporta gases, elementos e substâncias, compostos orgânicos dissolvidos que são a base da vida de plantas e animais (TUNDISI, 2008), sendo um componente vital para as sociedades, fonte de vida e permanência no planeta terra, é através dela que os seres vivos conseguem fazer suas funções químicas e bioquímicas. Os valores éticos e sociais estão interligados à água desde o início da civilização humana, como fonte de pureza e componente sagrado nas religiões.

De acordo com estudos de Efstratiou *et al.*, (2017) águas de consumo com contaminações foram encontradas em todo o mundo, sendo fonte de grande risco para a saúde das pessoas. Patógenos encontrados em águas contaminadas podem causar inúmeras doenças, como diarreia aguda, febre paratifoide, hepatites, gastroenterites, meningites, leptospirose e infecções hepáticas, tornando-se o principal contaminante a presença de *E. coli*, um microrganismo indicador de contaminação fecal.

A escassez de recursos hídricos pode levar ao uso de águas contaminadas sem tratamento, uma vez que a água é indispensável para a sobrevivência humana, fazendo com que famílias de baixa renda, faça uso de poços e águas pluviais com características duvidosas. Apesar do Brasil possuir grandes reservas do recurso, o Nordeste brasileiro sofre grande carência de água, na qual a falta de chuva e a grande evaporação ligado a má gestão política torna o país possuidor de contrastes econômicos, sociais, exaurindo populações do campo, causando fome e morte de pessoas.

Diante da conjuntura e da crise hídrica na Cidade de Campina Grande, o Açude Epitácio Pessoa chegou ao volume morto em 2017 de acordo com a plataforma da AESA, entrando em quase colapso. Foram criados programas emergenciais de combate a seca, como o programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) visando a captação de volumes pluviométricos a partir de calhas de água em residências da zona rural, além do treinamento com uso de cartilhas para os agricultores manterem seus recipientes de água de boa qualidade. Apesar dessa região possuir sistema de abastecimento público, para muitas localidades o acesso ainda é escasso pois são regiões geograficamente e topograficamente inacessíveis para o sistema de bombeamento, através de tubulações. Ocorrendo o consumo nesta região de um sistema alternativo de água bruta armazenada em cisternas construídas de placas de cimento usada exclusivamente para a dessedentação de pessoas e cozimento de alimentos.

Favorecendo assim o processo de descentralização do acesso a água na região (JÚNIOR

et al., 2017), onde estas são abastecidas por meio de carros pipas, água de abastecimento público ou águas pluviais.

A qualidade da água em sistemas alternativos coletivos ou individuais devem seguir as normas de potabilidade de acordo com a Portaria 2.914 de 2011, que condiz com a qualidade da água usada para consumo humano em todo território nacional. Devendo todos os padrões físicos, químicos e microbiológicos, serem assegurados para a qualidade da saúde de tais populações, assim como propiciando o direito a toda pessoa brasileira em consumir uma água segura e livre de contaminações.

1.1 – OBJETIVOS

1.1.1 – Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água de cisternas da zona rural do distrito de São José da Mata, na Cidade de Campina Grande, Paraíba.

1.1.2 – Objetivos Específicos

- Analisar as características físico-químicas: Temperatura, Sólidos Totais, Condutividade Elétrica, Turbidez, pH e Cor.
- Analisar as características microbiológicas da água de cisternas: coliformes totais, coliformes termotolerantes, contagem de heterótrofos, e identificação de *Escherichia coli*.
- Comparar todos os resultados microbiológicos e físico-químicos com a legislação vigente.
- Propor melhorias na qualidade das águas analisadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

As propriedades peculiares da água estão relacionadas à estrutura atômica, às ligações intermoleculares do hidrogênio e às associações das moléculas da água nas fases sólidas, líquidas e gasosas. O oxigênio é altamente eletronegativo e na água, está associado a dois átomos de hidrogênio que retêm uma carga positiva (TUNDISI, 2008). Possui uma densidade máxima de 1 g/cm a 4°C e seu calor específico é de 1 cal/°C. No estado sólido, sua densidade diminui até 0,92 g/cm, mas são conhecidos gelos formados sob pressão que são mais pesados que a água líquida. Suas temperaturas de fusão e ebulição à pressão de uma atmosfera são de 0 e 100°C, respectivamente, muito superiores às temperaturas de fusão e ebulição de outros compostos parecidos com a água. Ela é um composto estável que não se decompõe em seus elementos até 1.300°C (GOMES, 2005).

A molécula da água é dipolar e formada por dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio que é mais eletronegativo e exerce forte atração sobre os elétrons dos átomos de hidrogênio. Assim, o compartilhamento dos elétrons entre H e O é desigual, o que ocasiona o surgimento de dois dipolos elétricos na molécula de água: um para cada ligação H-O. Cada hidrogênio exibe carga positiva parcial (δ^+) enquanto o átomo de oxigênio tem carga negativa parcial (δ^-). O ângulo de ligação entre os hidrogênios e o oxigênio é 104,3°, tornando a molécula eletricamente assimétrica e produzindo dipolos elétricos. Ao se aproximarem, as moléculas de água interagem, pois a carga elétrica positiva parcial do hidrogênio de uma molécula atrai a carga elétrica negativa parcial do oxigênio de outra molécula de água adjacente, resultando na atração eletrostática denominada ligação de hidrogênio. Quatro moléculas de água podem interagir, produzindo a estrutura quase tetraédrica estabilizada por ligações de hidrogênio (LEHNINGER, 2002).

O ciclo ecológico é o princípio unificador fundamental de tudo o que se refere à água no planeta. O ciclo é o modelo pelo qual se representa a interdependência e o movimento contínuo da água nas fases sólida, líquida e gasosa. Evidentemente, a fase de maior interesse é a líquida, fundamental para o uso e para satisfazer as necessidades do homem e de todos os outros organismos, animais e vegetais (TUNDISI, 2011).

O ciclo hidrológico do planeta tem componentes de evaporação, transporte pelos ventos, precipitação e drenagem. Esse ciclo, impulsionado pela radiação solar e pela energia dos ventos, depende da permanente mudança de estado da forma líquida nos oceanos para a forma gasosa na atmosfera e da precipitação sobre os continentes (TUNDISI, 2008).

2.2 TRATAMENTO DE ÁGUA

Nas Estações de Tratamento de Água (ETA) comum o sistema é composto pelas etapas de mistura rápida, floculação, decantação ou flotação, filtração e desinfecção. Esse processo é adequado para águas turvas correntes de até 1000 uT. (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 2015).

A desinfecção pode ser realizada por processos físicos como fervura da água uso de luz ultravioleta ou raio gama e por processos químicos com uso do ozônio que age na desestabilização da membrana celular bacteriana e os desinfetantes halogênicos como cloro, iodo e bromo. O agente desinfetante mais usado para purificação da água é o cloro, pois este é um agente de baixo custo e possui alta solubilidade (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 2015).

O processo de desinfecção pode gerar alguns subprodutos os mais importantes são os trihalometanos (THM) resultando da cloração com alto teor de matéria orgânica podendo possuir propriedades carcinogênicas. A concentração máxima permitida de THM em águas de abastecimento no Brasil é de 100 µg/L (GUIMARÃES, 2010)

2.3 ÁGUA E QUALIDADE DE VIDA

A água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal, que possam causar problemas de saúde nas populações (FUNASA, 2013).

Patógenos protozoários de origem animal e humana foram registrados a partir de fontes de água em todo o mundo (WHO, 2012). Transmitidos via água potável são predominantemente fecal e portanto, conhecidos como patógenos entéricos (ASHBOLT, 2004).

Segundo o centro de doenças epidemiológica de São Paulo, as principais doenças relacionadas à ingestão de água contaminada são: cólera, febre tifoide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bactérias *Shigella*, *Escherichia coli*; vírus–Rotavírus, Norovírus e Poliovírus (*poliomielite*); e parasitas como: *Ameba*, *Giárdia*, *Cryptosporidium* e *Cyclospora*. Esses microrganismos são indicadores de contaminação uma vez que não é comum

conter na água, pois esta não tem condições próprias para seu desenvolvimento e reprodução.

De acordo com estudos de Ashbolt, (2004), a eficácia do tratamento de água potável (tradicionalmente por filtração e cloração) para remover as bactérias e patógenos responsáveis pela cólera (*Vibrio cholerae*) e febre tifóide (*Salmonella typhi* e *S. paratyphi*), está bem indexado pelo indicador fecal comum, a bactéria *Escherichia coli*, que é excretada nas fezes de todos os animais de sangue quente e alguns répteis, no entanto muitos patógenos entéricos se comportam diferentemente da *E. coli*, particularmente na resistência à desinfecção e persistência ambiental como protozoários parasitas, a exemplo o *Cryptosporidium parvum* e vários vírus entéricos, sendo importante combinar o indicador apropriado para o grupo de patógenos observando que não há um indicador universal.

De acordo com dados da OMS (Organização Mundial da Saúde) pelo menos 2 milhões de pessoas, principalmente crianças com menos de 5 anos de idade, morrem por ano no mundo devido a doenças causadas pela água contaminada (SAITA *et al.*, 2017).

Globalmente, cerca de 88% das mortes por diarreia são atribuídas à má qualidade da água, saneamento inadequado e falta de higiene, e que no mundo a doença mata mais crianças do que a AIDS, a malária e o sarampo juntos, (UNICEF; OMS, 2017).

Investimentos em pesquisas levaram a um aumento no número de relatórios de surtos de doenças infecciosas associadas à água em todo o mundo desde o início dos anos 90 (YANG *et al.*, 2012), assim como um aumento de surtos de *criptosporidíase* e *giardíase* em particular (CRAUN *et al.*, 2005). Nos últimos 35 anos, os protozoários entéricos foram as principais causa de surtos relatados de doenças transmitidas pela água (MOE *et al.*, 2007), tanto os cistos de *Giardia* quanto os *Cryptosporidium*.

Estudos de Efstratiou *et al.*, (2017) relataram que em países desenvolvidos quase 2% dos adultos e 6 a 8% das crianças são infectadas com *Giardia*, enquanto um terço das pessoas, nos países em desenvolvimento, tiveram giardíase. A alta morbidade causadas por *Giardia* e *Cryptosporidium* em países em desenvolvimento são atribuídos à fatores que incluem condições de vida e saneamento, animais domésticos, contaminação do ecossistema aquático e resistência dos cistos contra desinfetantes comuns de água, (SLIFKO *et al.*, 2000).

A verdadeira magnitude das doenças protozoárias nas regiões mais afetadas ainda são negligenciadas e mal descritas, ocorrendo deficiência no conhecimento sobre a frequência e extensão dos surtos não diagnosticados em todo o mundo (EFSTRATIOU *et al.*, 2017).

A desinfecção com cloro e cloraminas sempre foram uma barreira importante para patógenos transmitidos pela água, mas menos eficaz contra cistos de *Giardia* (KHALIFA *et al.*,

2001). Cães, gatos, gado, ovelha, porco, cavalo, cabra e certas espécies de animais selvagens são hospedeiros naturais de *G. duodenalis* (ARMSON *et al.*, 2009). Os cistos de *Giardia* também foram detectados em 7,3% de moscas e 5 a 49% nas fezes fecais de aves selvagens indicando o papel potencial de tais vetores (PLUTZER *et al.*, 2010).

A Tabela 1 apresenta os principais microrganismos, suas fontes primárias de contaminação e as principais doenças.

Tabela 1: Patógenos, principais doenças e suas fontes.

Patógenos	Principais Doenças	Fontes Primárias
<i>Salmonella typhi</i>	Febre Tifoide	Fezes Humanas
<i>Salmonella paratyphi</i>	Febre Paratifoide	Fezes Humanas
<i>Shigella</i> spp.	Disenteria Bacilar	Fezes Humanas
<i>Vibrio cholera</i>	Cólera	Fezes humanas e zooplâncton de água doce
<i>E.coli</i> enteropatogênica	Gastroenterite	Fezes Humanas
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenterite	Fezes Humanas e Animais
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastroenterite	Fezes Humanas e Animais
<i>Legionella pneumophila</i> e bactérias relacionadas	Doença respiratória aguda	Água termicamente enriquecida
<i>Leptospira</i> spp.	Leptospirose	Urina Animal e Humana
Vírus Coxsackie A	Meningite asséptica	Fezes Humanas
Vírus Coxsackie B	Meningite asséptica	Fezes Humanas
Vírus de eco	Meningite asséptica	Fezes Humanas
Rotavírus	Gastroenterite	Fezes Humanas
Adenovírus	Doença respiratória e gastrointestinal grave	Fezes Humanas
Vírus da hepatite A	Infecção Hepática	Fezes Humanas
Vírus da hepatite E	Hepatite infecciosa; Aborto e morte	Fezes Humanas
<i>Acanthamoeba castellanii</i>	Meningoencefalite amebiana	Fezes Humanas
<i>Balantidium coli</i>	Balantidose (disenteria)	Fezes Humanas e Animais
<i>Cryptosporidium hominis</i> , <i>C. parvum</i>	Criptosporidiose (gastroenterite)	Águas, fezes humanas e de outros mamíferos
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria amebiana	Fezes Humanas e Animais

<i>Giardia lamblia</i>	Giardíase (gastroenterite)	Água e fezes de animais
<i>Naegleria fowleri</i>	Meningoencefalite amebiana primária	Águas Mornas
<i>Ascaris lumbricoides</i>	ascariosis	Fezes Humanas e Animais.

Fonte: ASHBOLT (2004).

Quando a água é oriunda das chuvas, a qualidade pode ser influenciada pela poluição do ar em regiões industriais e pelo sistema de captação (telhados, calhas e superfícies de escoamentos), que permitem a entrada de contaminantes, tanto biológicos como não biológicos. Poeira, sujeira, fezes de animais e folhas de árvores podem, além de contaminar a água com microrganismos nocivos à saúde, podem também causar sabores e odores desagradáveis à mesma. Exige disciplina e continuidade, com a incorporação das tarefas de manutenção e manejo higiênico da água no cotidiano familiar (ARAÚJO, 2014). No entanto, mesmo adotados todos estes procedimentos é prudente tratar a água da cisterna antes de usá-la, principalmente nos casos em que não se tem a garantia de que a cisterna é abastecida apenas por água de chuva, ou que não se tenha a garantia da potabilidade da água de carros-pipa, adotando-se a filtração e a desinfecção como métodos de tratamento (AMORIM; PORTO, 2004).

2.4 RECURSOS HÍDRICOS NO NORDESTE

A distribuição da água doce no país também é irregular e concentra 11,6 % do volume total de recursos hídricos do mundo. A maior parte desta água, cerca de 80 %, encontra-se na região Amazônica na qual vive 5 % da população. Além disso, há no Brasil um grave problema relacionado ao desperdício de água devido às perdas nos sistemas de distribuição chegando a 30 % nas regiões Sul e Sudeste e a 60 % no nordeste (CHAGAS *et al.*, 2012). Há regiões com abundância de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e população relativamente escassa e há regiões onde há escassez relativa de recursos hídricos e grande concentração de população (TUNDISI, 2008).

As condições físico climáticas que predominam na região Nordeste do Brasil podem, relativamente, dificultar a vida, exigir maior empenho e maior racionalidade na gestão dos recursos naturais em geral e da água, em particular, mas não podem ser responsabilizadas pelo quadro de pobreza amplamente manipulado e sofridamente tolerado (REBOUÇAS, 1997).

2.5 PROGRAMA DAS CISTERNAS

Compreende-se por cisterna um sistema de captação de água da chuva ou águas pluviais, que tem por objetivo suprir residências, comércios ou indústrias com água, geradas através de um sistema sustentável e econômico de baixo custo que pode ser instalado de inúmeras maneiras, de acordo com cada aplicação (FENDRICH; OLIYNIK, 2002).

Programa do Governo que consiste na construção de um milhão de cisternas de placas rurais, composto de treinamentos para conservação e boas práticas no uso do reservatório, favorecendo assim o processo de descentralização do acesso à água na região (JÚNIOR; ARAÚJO; SILVA, 2017). Em 2000, organizações da sociedade civil, contando com o apoio do Ministério do Meio Ambiente elaboraram um programa de ação que veio a tomar o nome de Programa Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC, cuja proposta visa à parceria com as famílias, comunidades e suas organizações, no sentido de criar um novo padrão de relacionamento do sertanejo com o seu ambiente (LOPES; LIMA, 2005).

O programa detém verbas oriundas de recursos federais que são gerenciadas pela Articulação do Semiárido (ASA) em parceria com associações, ONG's, sindicatos e cooperativas, que configuram uma rede de articulação que reúne mais de 700 entidades que possuem como foco estratégias de desenvolvimento social, econômico, político e cultural para região que compreende o Semiárido Brasileiro (JÚNIOR; ARAÚJO; SILVA, 2017).

2.6 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE

O município de Campina Grande situa-se no Estado da Paraíba, que está localizado na porção oriental da região Nordeste pertencente ao Brasil (AGUIAR, 2005). De acordo com o último censo do IBGE 2010, a cidade possuía uma população total de 385.213 habitantes, dos quais 367.209 localizavam-se na zona urbana e 18.004 na zona rural, com estimativas para 2017 de 410.332 habitantes na cidade.

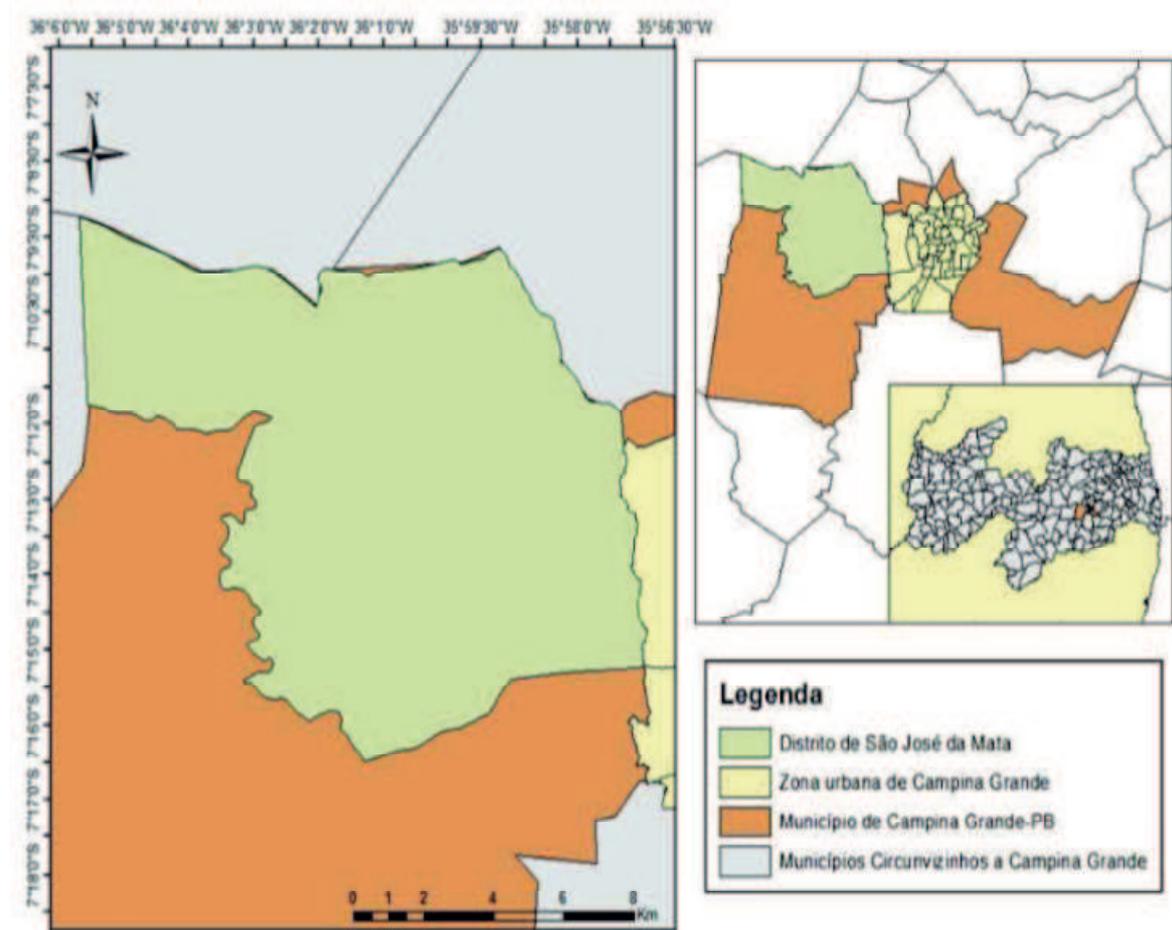
O município é constituído de 4 distritos: Campina Grande, Catolé, Galante e São José da Mata (IBGE, 2018).

2.7 ZONA RURAL DE SÃO JOSÉ DA MATA

São José da Mata possui uma população de 13.068 habitantes (IBGE, 2010). Localiza-se

na porção Oeste do município de Campina Grande - PB, limitando-se ao norte com o município de Puxinanã, ao sul com o distrito de Catolé de Boa Vista, a leste com a cidade de Campina Grande e Oeste com os municípios de Boa Vista e Pocinhos (ALVES, 2016), de acordo com a Figura 1.

Figura 1: Mapa geográfico do distrito de São José da Mata, Cidade de Campina Grande, Pb.



Fonte: ALVES (2016).

São José da Mata possui um clima menos árido do que predomina no interior do Estado e na região ocidental do município de Campina Grande, beneficiando-se de temperaturas baixas, o que proporciona um clima ameno e agradável em quase todos os meses do ano. A temperatura média anual oscila em torno de 15 a 30 °C (SOUSA, 2006). Nos meses de maio a agosto, a temperatura local registra-se as mais baixas do ano, enquanto as mais elevadas são de janeiro a março e de outubro a dezembro (ALVES, 2016).

2.8 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

2.8.1 TURBIDEZ

A turbidez da água pode ser definida como uma medida do grau de interferência que a passagem da luz sofre ao atravessá-la. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de diversas partículas de tamanho e natureza variados, podendo estar suspensas ou constituírem dispersões coloidais, a exemplo de argila, silte, matéria orgânica finamente particulada, matéria inorgânica, além de plâncton e outros microrganismos. Turbidez é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada e absorvida em vez de transmitido sem mudança de direção ou nível de fluxo através da amostra. Nefelômetros eletrônicos são os principais instrumentos para medição de turbidez, mostrando seus resultados em unidades de turbidez nefelométrica (NTU).

De acordo com a Portaria MS nº 2.914/2011 o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT (APHA, AWWA, WEF, 2012).

2.8.2 COR

A cor na água pode resultar da presença de íons metálicos naturais (ferro e manganês), húmus, materiais de turfa, plâncton, ervas daninhas e resíduos industriais (APHA, AWWA, WEF, 2012). Indica a presença substâncias dissolvidas e em suspensão coloidal, sendo um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição da água, possuindo um valor máximo permissível de 15,0 UC de acordo com a Portaria no 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

2.8.3 SÓLIDOS TOTAIS

Sólidos totais é o termo aplicado ao resíduo material deixado após a evaporação de uma amostra e sua secagem subsequente em um forno a uma temperatura definida, também incluem os sólidos em suspensão de uma amostra contida em um filtro (APHA, AWWA, WEF, 2012) sendo estabelecido um limite de 1000mg/mL (BRASIL, 2011).

2.8.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Muito embora não se possa esperar uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos totais dissolvidos, já que as águas naturais não são soluções simples, tal correlação é possível para águas de determinadas regiões onde exista a predominância bem definida de um determinado íon em solução (BRASIL, 2006). O limite para a condutividade elétrica não é estabelecido na Portaria 2.914 de 2011.

2.9 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

De acordo a Portaria n.º 2.914, toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011).

2.9.1. COLIFORMES TOTAIS

O grupo dos coliformes totais contempla bactérias de vida livre, as quais podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas e não possuir qualquer relação com poluição da água por material fecal. Esse grupo de bactérias, em teoria, é mais resistente do que as bactérias patogênicas. Nesse sentido, o emprego exclusivo desse indicador (coliformes totais) para avaliação da qualidade da água, especialmente as de fontes individuais, pode levar a superestimava dos riscos à saúde associados ao consumo de água (BRASIL, 2016).

Bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24 á 48 horas e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (BRASIL, 2004).

A avaliação dos resultados dá-se via utilização de uma tabela de NMP com intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade, para as diversas combinações de tubos positivos nas séries de três ou cinco tubos (SILVA, 2002).

As análises são divididas em dois testes, o presuntivo para coliformes totais, onde o meio de cultura utilizado permite um enriquecimento seletivo dos coliformes, recuperando células

injurizadas, e o teste confirmativo para coliformes totais no qual o meio de cultura apresenta sais biliares que inibem o crescimento de microrganismos Gram positivos e a lactose é utilizada como substrato para produção de gás pelos coliformes com produção de gás no tubo de Durham evidenciando um teste positivo para tais análises (SILVA, 2002).

2.9.1.1 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

O meio de cultura utilizado é seletivo para microrganismos Gram negativos em função da presença de sais biliares. A temperatura de incubação em 44,5 e 45,5°C permite evidenciar a presença de coliformes fecais, pois eles apresentam a capacidade de fermentação da lactose com produção de gás a temperaturas mais elevadas. A produção de gás ocorre nos tubos de fermentação (SILVA, 2002). Tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal, estabelecendo ausência em 100mL de acordo com a Portaria 2.914 de 2011.

2.9.1.2 GRUPO DE MICRORGANISMOS *E. COLI*

Bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2004), sendo ausente em 100mL de amostra (BRASIL, 2011).

Microrganismos indicadores são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além de poderem indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento (SILVA, 2002).

2.9.1.3 CONTAGEM DE HETEROTRÓFICOS

As células microbianas podem ocorrer em agrupamentos (pares, tétrades, cachos, cadeias entre outros), não é possível estabelecer uma relação direta entre o número de colônias e o número de células. A relação correta é feita entre o número de Unidades Formadoras de Colônias

(UFC), que podem ser tanto células individuais como agrupamentos característicos de certos microrganismos, por mililitro ou grama de amostra (SILVA 2002).

Esta contagem detecta, em um alimento, o número de bactérias aeróbias ou facultativas e mesófilas (35-37°C), presentes tanto sob a forma vegetativa quanto esporulada (SILVA, 2002), indica também uma possível contaminação fecal e as condições higiênicas em que está armazenada a água (ALMEIDA, 2017), Sendo estabelecido um limite máximo de 500 UFC/mL .

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Foram selecionados dez pontos da zona rural do distrito de São José da Mata, de acordo com a Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano, onde foram levados em consideração, pontos estratégicos tais como, as áreas mais densamente povoadas; de grande circulação; áreas que do ponto de vista epidemiológico, justifiquem atenção especial por exemplo, histórico de ocorrência de casos de doenças de transmissão hídrica; populações mais vulneráveis; existência de atividades potencialmente poluidoras como estação de tratamento de esgotos e lixões (BRASIL, 2016).

3.1.1 COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos períodos de maio a junho de 2018, sendo retirado das bombas das cisternas, devidamente esterilizado com álcool a 70%, para limpeza e desinfecção da saída de água, deixando escoar a água para retirar possíveis detritos e contaminações por um período de um minuto.

As amostras para as análises físico-químicas, foram colhidas em recipientes de vidro de 50mL colocadas em isopor hermeticamente fechado e levado para o Laboratório de Referência em Tecnologia de Águas da Universidade Estadual da Paraíba. Para as análises microbiológicas foram colocadas em sacos plásticos estéril de 125mL, adicionado pastilhas de tiosulfato de sódio, armazenadas em um isopor hermeticamente fechado e levadas para o Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos da Universidade Estadual da Paraíba.

Foram realizadas análises físico-químicas de acordo com os procedimentos padrões descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 2012), e análises microbiológicas foram conforme a Portaria 2.914 (BRASIL, 2011) e o Manual Prático de análise de água (FUNASA, 2013), onde todos os resultados foram comparados com a Portaria 2.914 de 2011, para verificação da qualidade das amostras .

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

3.2.1 SÓLIDOS TOTAIS

As análises de sólidos totais foram realizadas no condutivímetro modelo Tec- 4MP da marca Tecnal (Figura 2) e comparadas com a legislação vigente.

3.2.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Para a análise de condutividade foi usado o condutivímetro modelo Tec- 4MP da marca Tecnal, onde o bulbo do aparelho foi lavado com água destilada, secado e imerso na amostra acomodada em um béquer, de acordo com a Figura 2.

3.2.3 TURBIDEZ

O método utilizado para a análise foi o turbidímetro, (Figura 4) um aparelho eletrônico, que faz a leitura da turbidez através de um feixe de luz lançado na amostra, verificando-se o quanto a luz se dissipou e foi absorvida (LUIZ, 2004)

Os resultados foram comparados com Portaria de Potabilidade 2.914 de 2011.

3.2.4 PH

As análises de pH foram realizadas em um pH-metro portátil (Figura 3), modelo K39-0014PA, da marca Kasvl, onde foi lavado seu bulbo, secado e imerso na amostra contida em um béquer e comparados com a Portaria 2.914 de 2011.

3.2.5 COR

Os ensaios para os resultados de cor foram realizados no colorímetro (Figura 4), de marca Policontrol, modelo AquaColor Cor, e seus resultados foram verificados com a Portaria 2.914 de 2011.

Figura 2: Condutivímetro



Fonte: A autoria própria

Figura 3: pH-metro



Fonte: A autoria própria

Figura 4: Turbidímetro e colorímetro respectivamente.



Fonte: A autoria Própria.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os aparelhos usados durante os ensaios físico-químicos.

3.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS

Foi utilizado o método quantitativo de tubos múltiplos, que permitiu determinar o Número Mais Provável (NMP), onde os tubos confirmativos positivos apresentaram bolhas de gás nos tubos de *durhan* e/ou presença de turbidez e determinado o Número Mais Provável (NMP) consultando a Tabela de McCrady (FLORENTINO, 2015).

3.3.1 TESTE CONFIRMATIVO PARA COLIFORMES TOTAIS

Foram preparados meios para enriquecimento das células injuriadas contidos de tubos de 8mL de caldo lactosado de concentrações simples em duas séries de quintuplicadas cada, e uma série de quintuplicada de concentração dupla. Estando todos os tubos com o meio de cultura estéril, foi colocado 10mL da amostra na primeira série de cinco tubos contendo o caldo lactosado de concentração dupla, nas cinco primeiras séries de concentração simples de caldo lactosado foi colocado 1mL da amostra, em cada tubo e na última série de concentração simples foi colocado 1mL da diluição $10^{-1} mL$ em cada tubo. Todos os tubos contidos de caldo lactosado e suas respectivas amostras foram colocadas em uma estufa com temperatura de 35°C por 24 horas.

Foram preparados tubos contidos de 8mL de caldo lactosado verde bile brilhante estéril para cada um dos tubos com resultado confirmativo positivo do caldo lactosado que foram feitos no primeiro dia da análise. Foram retirados 0,1mL por meio de alças de platinas e repicados para cada tubo identificado com suas respectivas diluições de 10mL, 1mL e 0,1mL. Os tubos de caldo lactosado verde bile brilhante com as diluições foram colocadas em estufas de 35°C por 24 horas.

3.3.2 TESTE CONFIRMATIVO PARA COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Foram preparados tubos contidos de 5mL de caldo E.C para cada uma das diluições do caldo lactosado verde bile brilhante preparados no segundo dia da análise e retirados 0,1mL dos tubos do caldo lactosado verde bile brilhante com resultado confirmativo positivo por meio de uma alça de platina e repicados para os tubos estéril de caldo E.C. Os tubos contidos de caldo E.C. com suas respectivas diluições foram colocados em estufa com temperatura de 45°C por 24 horas.

3.3.3 TESTE PARA *E. COLI*

Alíquotas de tubos que apresentaram resultados positivos para coliformes termotolerantes foram semeadas com alça de platina através de estrias na superfície do meio de cultura Eosina Azul de Metileno para cada uma das diluições do terceiro dia de análise. Colônias características de *E. coli* apresentaram colônias nucleadas, com centro preto e brilho verde metálico.

3.3.4 CONTAGEM DE HETERÓTROFOS

Para a determinação das bactérias heterotróficas foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade *Pour Plate*, utilizando meio PCA (*Plate Count Agar*) e os resultados expressos em Unidades Formadoras de Colônia por mililitro de amostra (UFC/mL).

Foram colocadas diluições de 1,0; 0,1 e 0,01mL em placas estéril e colocado cerca de 20mL do meio de cultura APC previamente fundido a 40°C, feitos movimentos circulatorios e deixado solidificar. As placas foram armazenadas em estufa a 35°C por 48 horas.

Após as 48 horas, as colônias foram contadas por meio do contador de colônia do modelo CP 600 Plus, Phoenix.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pontos escolhidos foram de acordo a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano que levou em consideração a concentração populacional. Em cada zona rural dos distritos, as faixas etárias vulneráveis, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, como pessoas com deficiência, crianças menores que cinco anos, idosos e grávidas, além da proximidade com sistemas de tratamento de esgotos, aerovias, pistas e trânsitos consideráveis de pessoas.

De acordo com dados do IBGE 2018, a cidade de Campina Grande possui 1,7/mil habitantes que tiveram internações por diarreia, o esgotamento sanitário em toda a cidade compreende 84,1% de adequação e índice de desenvolvimento humano (IDHM) de 0,720.

Figura 5: Pontos de coleta de análise de água na zona rural de São José da Mata.



Fonte: Google Earth (2018).

A Figura 5 apresenta os pontos de coleta das amostras das cisternas nas comunidades rurais do distrito de São José da Mata. Os pontos observados próximos entre si ocorrem pela

maior densidade populacional abastecidas pelas cisternas de placas, contudo os pontos mais distantes são causadas pela distância entre as comunidades, uma vez que a maior parte do território rural é ocupado por plantações ou áreas pouco povoadas.

As cisternas analisadas localizavam-se próximas a outras casas, estradas de grande movimento de automóveis e pessoas, muitas estavam em declive em relação a residências e fossas domésticas, assim como estavam a poucos metros de fossas, muitos moradores não esperavam a lavagem das telhas com a primeira chuva e esta, com grande concentração de sujidades, juntava-se a água para consumo. A lavagem de calhas e das cisternas eram precárias e outras apresentavam rachaduras, apesar de todas as cisternas serem monitoradas por agentes de saúde e colocação de hipoclorito de sódio, assim como possuem uma tela para retirar material orgânico de grande granulometria.

A Secretaria de Serviços Urbanos da cidade também faz o acompanhamento periódico das cisternas, que por sua vez as análises de coliformes totais foram presentes em 100mL e negativo para *E. coli*, onde foi analisado um reservatório onde era acondicionado água tratada provindo de carro pipa.

A Tabela 2 apresenta os dados das análises físico-químicas realizados nos pontos escolhidos para as amostras de água e comparados com a Portaria de Potabilidade 2.914 de 2011.

Tabela 2: Dados físico-químicos das águas de cisternas da zona rural de São José da Mata

Pontos	Temp.(°C)	S.Totais (mg/ L)	C.Elétrica (µS/bar.cm)	Turbidez (NTU)	pH	Cor (uH)
BO	25,09	530	1060	0,37	8,6	31
SA	25,20	212	425	0,45	8,7	30
S02	26,4	97	194	0,69	8,5	25,4
S01	23,2	44,09	84	0,88	7,9	29,1
CA	23,3	48,53	92	0,86	8,4	7,6
CT	23,4	121	245,3	0,39	8,4	23,6
CP	23,6	51,16	95,02	0,91	8,3	24,4
FA	23,6	120	183	0,52	8,5	16,5
LA	23,2	43,12	91,89	0,60	8,9	6,7
TB	23,3	43	84	0,51	8,2	5,8
P. 2.914 de 2011	Não há valores	1000	Não há valores	0,5	6,0 a 9,5	15

Onde: P = Portaria; NTU = Unidade Nefelométrica de Turbidez; uH = unidade Hazen

Os valores de sólidos totais foram satisfatórios para as análises estando dentro dos padrões de Potabilidade de acordo com a Portaria 2.914 de 2011, que estabelece valores máximos de 1000 mg/L. De acordo com estudos de Cunha (2014), que realizou análises de sólidos totais em cisternas de placas do Semi Árido brasileiro, obteve-se resultados satisfatórios para as amostras de acordo com a potabilidade.

.A Portaria 2.914 de 2011 não estabelece valores para a condutividade elétrica, que refere-se a capacidade de transferência de corrente elétrica de íons contidos. As águas naturais apresentam níveis de condutividade na faixa de 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRASIL, 2006). Apenas a amostra BO apresentou valores maiores que 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estudos de Cunha (2014) para análise de cisternas de placas, não foi registrado dados que comprometessem a qualidade da água.

A turbidez é parâmetro indicador da otimização da etapa de filtração na remoção de partículas e, por conseguinte, da remoção de organismos patogênicos com características semelhantes, a exemplo de (oo)cistos de protozoários (BRASIL, 2016).

O limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao valor máximo permitido de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição (BRASIL, 2004). Recomenda-se filtração rápida com tratamento completo ou filtração direta para valores de turbidez iguais a 0,5 uT em 95% das amostras e Filtração lenta com turbidez iguais a 1,0uT em 95% das amostras (BRASIL, 2011). Neste caso apenas 70% das amostras apresentaram turbidez acima de 0,5 uT .

Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011). Neste caso as amostras apresentaram uma média de pH 8,44 estando dentro dos padrões estabelecidos. As análise de pH realizadas por Cunha (2014), mostraram que apenas uma amostra de água de cisterna das vinte e cinco analisadas não estavam dentro da potabilidade, apresentando resultado superior a 9,5.

De acordo com a Portaria 2.914 que estabelece limite máximo de 15uH, 70% das amostras apresentaram cor acima do permitido, estando estas contaminadas com grande concentração de matéria orgânica, podendo ser de restos de árvores, folhas e pequenos galhos assim como dejetos de animais domésticos ou silvestres.

As análises microbiológicas apresentadas na Tabela 3 foram realizadas nos períodos de maio a junho de 2018, e comparadas com dados de potabilidade, onde os ensaios para coliformes totais, foram positivos, sendo satisfatórios para as águas das cisternas.

Tabela 3: Dados microbiológicos de cisternas da zona rural de São José da Mata.

Análises	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<i>E.coli</i> (UFC/100mL)
BO	1600	Ausente	Ausente
SA	1600	Ausente	Ausente
S01	1600	1600	Presente
S02	1600	Ausente	Ausente
CA	1600	Ausente	Ausente
TC	1600	Ausente	Ausente
CP	1600	Ausente	Ausente
FA	1600	Ausente	Ausente
LA	1600	Ausente	Ausente
TB	1600	Ausente	Ausente

Fonte: Autoria Própria (2018).

A amostra S01 foi a única que apresentou resultado positivo para coliformes termotolerantes assim como contaminação por *E.coli*, pois esta cisterna apesar de esta em declive, não tinha casas ou fossas domésticas que pudessem carrear material contaminado pelo solo, mas apresentava pequenas rachaduras e os moradores não esperavam a lavagem do telhado pela própria chuva e não faziam a lavagem das calhas. Possivelmente esta cisterna estava contaminada com fezes de animais domésticos e aves silvestres que tenham depositado seus excrementos nas telhas e calhas.

De acordo com a portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, mas ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes que é inquestionável e sua natureza ubíqua pouco provável, o que valida seu papel mais preciso de organismo indicador de contaminação fecal tanto em águas naturais quanto tratadas (FUNASA, 2013).

Muito embora a simples presença de coliformes totais em uma dada amostra pode não guardar qualquer relação com poluição da água por material fecal, tal fato não deve ser de todo negligenciado, servindo como alerta a uma possível exposição da fonte a focos de poluição/contaminação (BRASIL, 2016) podendo representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando odores e sabores desagradáveis (FUNASA, 2013).

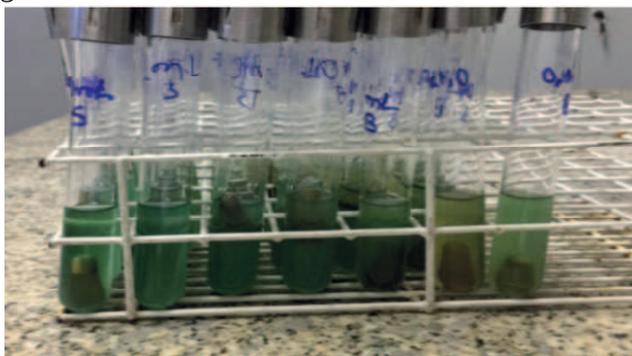
Neste caso, no controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com

resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas (BRASIL, 2011). Como a lavagem dos reservatórios, dos canos condutores de água e também o tratamento por filtração e cloração.

Estudos realizados por Brito *et al* (2017) e Bezerra *et al* (2010), que avaliaram as características microbiológicas de cisternas no Semi Árido brasileiro constataram que a grande maioria apresentou coliformes totais, assim como presença de *E. coli* em alguns reservatórios, apontando uma das causas a falta de higiene na conservação do sistema de captação de águas pluviais.

A Figura 6 mostra os resultados positivos para as análises microbiológicas de coliformes totais, evidenciando turvações e bolhas de gás nos tubos de *Durhan*.

Figura 6: Coliformes Totais



Fonte: Autoria Própria (2018).

A Tabela 4 apresenta a contagem de heterótrofos realizadas com as amostras de água de cisternas, realizadas em três diluições diferentes.

Tabela 4: Contagem de heterótrofos .

Análises	1mL (UFC/mL)	1mL (UFC/mL)	0,1mL (UFC/mL)	0,1mL (UFC/mL)	0,01mL (UFC/mL)	0,01mL (UFC/mL)
BO	988	2232	270	668	53	53
SA	1752	3040	489	328	148	116
S02	1236	2520	752	1104	452	546
S01	1240	2448	1096	596	252	132
CA	1936	2352	1176	536	1744	512
TC	1640	2056	296	972	400	1320
CP	1736	3952	544	2032	1328	2296
FA	1840	2072	1024	957	360	160
LA	5136	4016	2736	2416	1068	960
TB	4144	3792	1520	1552	428	620

Fonte: Própria (2018).

As amostras analisadas apresentavam em suas placas um grande número de colônias, indicando as condições de higiene do ambiente, a falta de manutenção dos canos condutores de água, a limpeza dos reservatórios e o não escape da primeira chuva que tem como objetivo carrear materiais contaminados dos telhados, assim como pequenas fissuras das cisternas e a sua proximidade com fossas domésticas.

De acordo com a Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde a contagem de heterótrofos não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (500 UFC/mL).

As Figuras 7, 8 e 9 mostram as colônias formadas nas placas para as diluições.

Figura 7: Diluição 1mL

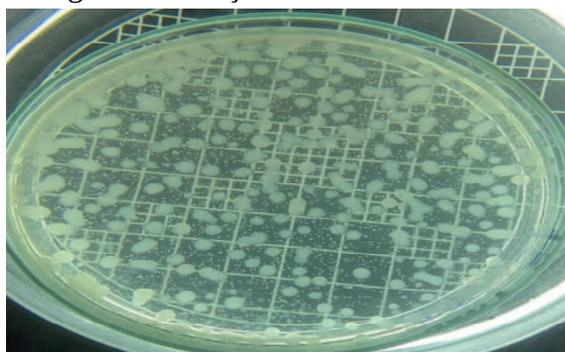


Figura 8: Diluição 0,1mL

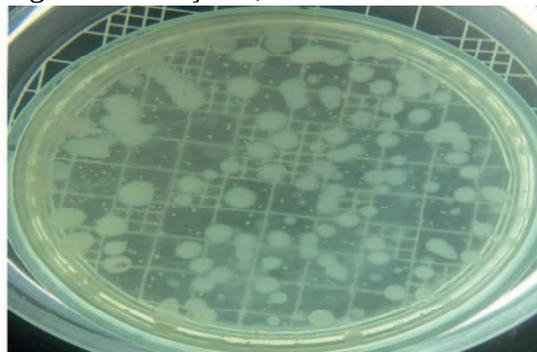
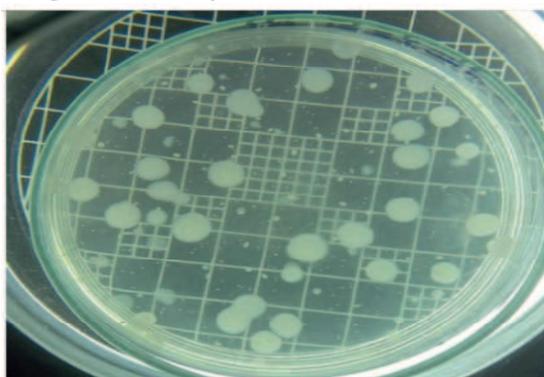


Figura 8: Diluição 0,01mL



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de abastecimento de cisternas por placas foi uma alternativa de grande valia para as comunidades carentes que sofriam com a falta de água, sendo pouco fornecida com água de abastecimento principalmente nos meses de estiagem da região.

As avaliações físico-químicas nos parâmetros cor e turbidez não estão dentro dos padrões de potabilidade, devendo todas as cisternas sofrerem um processo de tratamento como a filtração para remoção da matéria orgânica encontrada.

As análises microbiológicas também não estão dentro dos padrões uma vez que a água deve ser potável para o consumo humano, devendo também seu sistema de armazenamento e coleta de águas pluviais serem limpos, já que o uso de hipoclorito de sódio usado pelos agentes de saúde não se mostram eficaz, ou a esterilização da água por meio dos raios ultravioleta, com uso de recipientes transparentes que possam passar a luz solar. Neste caso, a construção de um grande número de cisternas e alternativas de água não é eficaz quando a sua qualidade pode causar danos irreparáveis a saúde, mostrando-se um grande desafio para a vigilância da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

AESA, Governo da Paraíba - Disponível em: <<http://asabrazil.org.br/acoes/p1mc>> Acesso em 03 de junho de 2018.

<<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-mensal/?tipo=outros>>, Acesso em 03 de junho de 2018.

AGUIAR, A. V. C. A transferência de informação tecnológica entre a Universidade Federal da Paraíba e as empresas de base tecnológica do pólo tecnológico de Campina. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

ALMEIDA, Ítala Farias- Avaliação da Qualidade de Águas de Abastecimento Urbano de Juazeirinho-PB: Águas Superficiais- Dissertação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

ALVES, Joselma Ferreira - Uma Análise das Ações do Programa Um Milhão De Cisternas Rurais (P1MC) no Sítio Tambor em São José Da Mata - Pb – Monografia do Curso de Licenciatura Plena em Geografia – UEPB – CEDUC. Campina Grande – PB, 2016.

AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante de ; PORTO, Everaldo Rocha - Considerações Sobre Controle E Vigilância Da Qualidade De Água De Cisternas e Seus Tratamentos - Simpósio Brasileiro De Captação E Manejo De Água De Chuva, Embrapa, 2004.

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the examination of water and wastewater.22 ed. Washington, 2012.

ARAÚJO, Bruno Freire - CONDIÇÕES DE MANEJO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS DE COMUNIDADES RURAIS DO SERTÃO PARAIBANO – Trabalho de Conclusão de Curso, Campina Grande, 2014.

ARMSON, A., YANG, R., THOMPSON, J., JOHNSON, J., REID, S., RYAN, U.M., Giardia genotypes in pigs in Western Australia: prevalence and association with diarrhea. Exp. Parasitol. 121, 381–383, 2009.

ARTICULAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO (ASA). Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido: um milhão de cisternas rurais-P1MC. Disponível em <<http://www.asabrasil.org.br>> Acesso em 23 de junho de 2018.

ASHBOLT, N.J., GRABOW, W.O.K., SNOZZI, M., Indicators of microbial water quality. In: Fewtrell, L., Bartram, J. (Eds.), Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Risk assessment and management for water-related infectious disease. IWA Publishing, London (Chapter 13), pp. 289–315, 2001.

ASHBOLT, Nicholas, John - Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions- ScienceDirect, Toxicology 198, 229–238, 2004.

BEZERRA, Natallyanea S.; SOUSA, Maria José G.; PINHO, Antônio Ivanildo; - Análise Microbiológica de Água de Cisternas na Localidade Cipó dos Tomaz, Município Do Crato-CE – Cadernos de Cultura e Ciência, Ano IV - Vol. 1- N° 2, 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria No 2.914, de 12 dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília, DF, 2004.

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

BRASIL. Portaria no 2914, de 12 de dezembro de 2011. Ministério da saúde. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf> Acesso em 20 de maio de 2018.

BRITO, Leandro Paes de; BRITO, Emmily Vieira de Oliveira; SOARES, Jéssica Maria Alexandre; PEREIRA, Júlia Laurindo; MEDEIROS, Rosália Severo de ; - AVALIAÇÃO

MICROBIOLÓGICA DE ÁGUAS DE CISTERNAS DO SÍTIO MÍGUEL, ITAPETIM, PERNAMBUCO- conidis, 2017.

CHAGAS, T. W.; G.; SALATI, E.; TAUK-TORNISIELO, S. Maria. Sistemas construídos de áreas alagadas: Revisão da legislação e dos padrões de qualidade da água. *Holos Environmental*. V. 12, n.1, 2012.

COELHO, Tiago da Silva. Candido Portinari e Graciliano Ramos: Diálogos de Vidas Secas com os Retirantes. *BALEIA NA REDE - Estudos em arte e sociedade*. N.º 11. Vol. 1. 2015.

CUNHA, Gisele Souza da - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NAS CISTERNAS DA COMUNIDADE URUÇU NO MUNICÍPIO DE GURINHÉM: UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA – Trabalho de Conclusão de Curso, João Pessoa, 2014.

CRAUN, G.F., CALDERON, R.L., CRAUN, M.F., Outbreaks associated with recreational water in the United States. *Int. J. Environ. Health Res.* 15 (4), 243e262, 2005.

EFSTRATIOU, Artemis, ; ONGERTH, Jerry, E. ; KARANIS, Panagiotis;- Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011e2016 – ScienceDirect, *Water Research* 114, 14e22 (2017).

FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. Manual de Utilização das Águas Pluviais - (100 Maneiras Práticas). Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FLORENTINO, Eliane Rolim- Apostila de Microbiologia Experimental- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

FUNASA- Fundação Nacional da Saúde – Manual prático da análise de água – 4º Edição, Brasília, 2013.

GOMES, Abílio soares; CLAVICO, Etienne – *Propriedades Físico-Químicas da Água- Universidade Federal Fluminense, Departamento de Biologia Marinha, 2005.*

GOMES, Marco Antônio Ferreira- Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã- Geólogo; D.Sc. em Solos, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, 2011.

GOOGLE EARTH 2018. Disponível em <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso em 23 de junho de 2018.

GUIMARÃES, R. M. Ocorrência de cloro residual combinado no sistema de distribuição de água de Campina Grande (PB). Campina Grande, 2010.

IBGE 2018- DISPONÍVEL EM :
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>>, Acesso em: 22 de Maio de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. Disponível em:
<<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 de maio de 2018.

JÚNIOR, Josué Barreto Da Silva; ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos De; SILVA, Anderson Samuel Da; - Diagnóstico Do Programa Um Milhão De Cisternas Rurais No Município De Caturité-PB - I Workshop Internacional Sobre Água No Semiárido Brasileiro Campina Grande – PB, 2017.

KHALIFA, A.M., El TEMSAHY, M.M., ABOU EL NAGA, I.F., Effect of ozone on the viability of some protozoa in drinking water. J. Egypt. Soc. Parasitol. 31, 603–616, 2001.

LEHNINGER, Nelson D. L. & COX, M.M. : Princípios de Bioquímica. 3ª edição. Editora Sarvier, São Paulo, SP, Brasil, 2002.

LOPES, Eliano Sérgio Azevedo; LIMA, Silvana Lúcia Santos - Análise do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC, no Município de Tobias Barreto, Estado de Sergipe, 2005.

LUIZ, J.V.C. Limnologia aplicada. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/limno.htm>> Acesso em 23 de junho de 2018.

MARENGO, José A. "Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. Parcerias estratégicas 13.27: 149-176. 2010.

MOE, C.L., HURST, C.J., CRAWFORD, R.L., GARLAND, J.L., LIPSON, D.A., MILLS, A.L., STETZENBACH, L.D., Waterborne transmission of infectious agents. Man. Environ. Microbiol. 222e248 (Ed. 3), 2007.

OLIVEIRA, Mariana Ieda Ribeiro de - Análise Emergética de Propriedades Agropecuárias na Região das Nascentes do Rio Piracicaba: Uma Contribuição – Dissertação, Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

OMS: pelo menos 2 milhões de pessoas morrem por ano no mundo por causa de água contaminada. Disponível em :<<http://www.brasil.gov.br/saude/2011/07/oms-pelo-menos-2-milhoes-de-pessoas-morrem-por-ano-no-mundo-por-causa-de-agua-contaminada>>. Acesso em 13 de agosto de 2017.

PLUTZER, J., TÖRÖKNÉ, A., KARANIS, P; - Combination of ARAD microfibre filtration and LAMP methodology for simple, rapid and cost-effective detection of human pathogenic *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in drinking water. Lett. Appl. Microbiol, 2010.

PLUTZER, Judit; KARANIS, Panagiotis - Neglected waterborne parasitic protozoa and their detection in water- ScienceDirect, 2016.

REBOUÇAS, Aldo Da C. - Água na região Nordeste: desperdício e escassez- ESTUDOS AVANÇADOS 11 (29), 1997.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de. Tratamento de Água. Rio de Janeiro: Edgar Blucher Ltda, 2015.

SAITA, T.M.; NATTI, P.L.; CIRILO, E.R.; ROMEIRO, N.M.L.; CANDEZANO, M.A.C.; ACUÑA, R.B.; MORENO, L.C.G.- Simulação Numérica da Dinâmica de Coliformes Fecais no Lago Luruaco, Colômbia- SciELO Brasil, vol.18, no.3 São Carlos Sept./Dec. 2017.

SILVA, Maria Cecília Da - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ALIMENTOS COM A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS CONVENCIONAIS E DO SISTEMA SIMPLATE- Dissertação, Escola Superior de Agricultura, São Paulo, 2002.

SLIFKO, T., SMITH, H., ROSE, J.,. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *International Journal for Parasitology*, 2000.

SOUSA, Maria José Félix de. Inserção do distrito de São José da Mata- no redimensionamento do rural-urbano: uma abordagem socioeconômica. Monografia do Curso de Licenciatura Plena em Geografia – UEPB – CEDUC. Campina Grande – PB, 2006.

TUNDISI, José Galízia; TUNDISI, Takako Matsumura- *Limnologia- São Paulo: Oficinas de textos*, 2008.

TUNDISI, José Galízia; TUNDISI, Takako Matsumura- *Recursos Hídricos No século XXI- São Paulo: Oficinas de textos*, 2011.

UNICEF e OMS lançam relatório sobre diarreia, a segunda maior causa de mortalidade infantil. Disponível em :<https://www.unicef.org/brazil/pt/media_16165.html>. Acesso em 13 de agosto de 2017.

YANG, K., LEJEUNE, J., ALSDORF, D., Lu, B., SHUM, C.K., LIANG, S., GLOBAL distribution of outbreaks of water-associated infectious diseases. *PLOS Negl. Trop*, 2012.