



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE HUMANIDADES  
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA  
CURSO DE GEOGRAFIA

MATEUS DA SILVA SANTIAGO

**ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA OFERTA DE ÁGUA, A PARTIR DA  
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVAS: ESTUDO DE CASO NO TANQUE DO  
ARAÇÁ, ESPERANÇA-PB**

Campina Grande-PB

2018

MATEUS DA SILVA SANTIAGO

**ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA OFERTA DE ÁGUA A PARTIR DA  
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVAS: ESTUDO DE CASO NO TANQUE DO  
ARAÇÁ, ESPERANÇA-PB**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em cumprimento às exigências para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

**Orientadora: Profa. Dra. Débora Coelho Moura**

**Coorientador: Mrs. Lazaro Ramon dos Santos Andrade**

Campina Grande – PB

2018

*Dedico,*

Aos meus amados pais, Maria das Dores e Simião Felipe, pelo dom da vida e por sempre acreditarem em mim, sem nunca medir esforços para que eu realizasse meu sonho. À vocês, minha eterna gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me dado forças para trilhar mais esta etapa em minha vida, assim como, por ele ter colocado verdadeiros anjos em meus caminhos, sem os quais não poderia viver.

Agradeço as duas pessoas mais importantes da minha vida, depois de Deus, os meus pais Simião Felipe e Maria das Dores, por todo apoio, força e incentivo dados à mim. Muito obrigado por estarem sempre ao meu lado e por sempre acreditarem em mim. Amo vocês.

Ao meu querido e saudoso avô, Pedro Felipe Santiago, cujos sábios conselhos jamais serão esquecidos por mim! Muito obrigado, meu avô, sei que aí de cima, o senhor está, assim como sempre fez em vida, torcendo por meu sucesso.

A minha avó e mãe, Regina Josefa, por todo carinho, atenção e dedicação.

A minha querida irmã, Regina Célia, por toda ajuda e por todo incentivo que sempre destinou à mim, inclusive durante a realização deste trabalho. A você, minha irmã, meu muito obrigado, que Deus te abençoe, ilumine e te guarde todos os dias de sua vida!

A minha amada irmã, Cristiane Santiago, por todo o carinho, atenção e incentivo, que sempre me reservou, desde criança. Saiba que jamais esquecerei de tudo o que você fez e faz por mim. Sou eternamente grato à você, minha irmã.

Ao meu irmão/amigo, Leandro Santiago, o meu muito obrigado por todo incentivo, ajuda, por todos os conselhos sábios e por nunca desacreditar de mim.

Ao meu irmão Lucas Emanuel, obrigado por toda força e confiança.

A minha orientadora, Profa. Débora Coelho, por toda compreensão, paciência e acolhimento durante essa fase da minha vida.

Ao meu coorientador e amigo, Ramom, por todo incentivo, ajuda e força. Sou grato pela paciência e atenção que destinou à mim, durante a elaboração deste trabalho. Muito obrigado, meu amigo!

Ao meu amigo, José Adailton, por toda atenção, dedicação e empenho, que sempre demonstrou. Sou eternamente grato.

Aos integrantes do laboratório de Saneamento Básico da UFCG, nas pessoas da Profa. Savana, Prof. Tiquinho e Igor, por toda paciência e acolhimento durante a realização desta pesquisa.

A meus amigos, Rafaela Nóbrega e Josielton, por todo companheirismo e amizade. Obrigado por sempre me ajudarem e incentivarem ao longo de toda a graduação e, inclusive, na elaboração deste trabalho. Muito obrigado, meus amigos!

Aos meus amigos Iluliane, Aninha, John, Josy Santos e Taís Mara, pelas grandiosas contribuições à este trabalho, e por dedicarem um pouco do seu tempo, e de seus valiosos conhecimentos, à edificação deste estudo. A cada um de vocês, sou eternamente grato.

As minhas tias, Maria Santiago e Rita Fernandes, pelo apoio, carinho e atenção. Obrigado por serem essas pessoas maravilhosas com quem eu sempre posso contar em todos os momentos da vida.

A Marília, por todo incentivo e encorajamento.

Aos meus primos, Giceli Silva, Mariely Santiago e Isaque Soares, pelo companheirismo, conselhos e ajuda. Obrigado à todos.

Aos meus amigos da “turma do fundão da UFCG”, por compartilharem comigo, durante todos os dias da graduação, os momentos alegres e tristes, dando força e encorajamento para superar as dificuldades.

Ao meu amigo, Danilo, por toda ajuda e incentivos dados à mim.

Ao caríssimo amigo, Itamar Farias, por toda ajuda ao longo dessa trajetória.

Aos meus queridos professores da graduação, registro aqui meu agradecimento, por todas as contribuições na edificação de conhecimentos que hoje culminam neste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do reservatório Tanque do Araçá no município de Esperança-PB .....	12
Figura 2. Estudos sobre água realizados no Tanque do Araçá .....	14
Figura 3. Panorama do reservatório: A- Tanque 1, B- Tanque 2 .....	15
Figura 4. Coletas de água no reservatório e nas residências .....	16
Figura 5. Localização dos reservatórios e distribuição espacial, por ruas, das casas analisadas .....	18
Figura 6. Etapas para a análise microbiológica .....	19
Figura 7. Procedimento de análise microbiológica: A- Contador de bactérias; B- Procedimento de contagem de bactérias; C- Cartela microbiológica após período de incubação .....	20
Figura 8. Presença de resíduos sólidos nos reservatórios .....	21
Figura 9: Resultados das análises bacteriológicas nos períodos de seca e chuvoso.....	23
Figura 10: Resultado das análises físico-químicas dos reservatórios domiciliares.....	25
Figura 11: Análise de cloro nas residências .....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais formas de transmissão de doenças por veiculação hídrica, causas e doenças relacionadas .....	6
Tabela 2: Parâmetros de qualidade de água e suas definições, segundo a Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde .....	9
Tabela 3: Localização dos pontos de coleta de água, no reservatório Tanque do Araçá ....	15
Tabela 4: Resultados das análises físico-químicas nos tanques .....	22
Tabela 5: Resultado das análises microbiológicas nas residências .....	27

## **LISTA DE SIGLAS**

AESA - Agência Estadual de Águas na Paraíba

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ONU - Organização das Nações Unidas

OMS - Organização Mundial de Saúde



## **Resumo:**

Na porção Semiárida região Nordeste do Brasil, ocorrem periodicamente estiagens. Este fato compromete o abastecimento de água e a recarga hídrica, uma vez que o volume variável de precipitação é sazonal. À ausência de políticas públicas eficazes e às chamadas “secas cíclicas”, que atingem a região proporciona um entrave no desenvolvimento social e ao acesso à água. A distribuição e o armazenamento de água no Semiárido pode ser feito, a partir de uso alternativos, como os tanques de pedra. Estes são impermeáveis, o que possibilita o acúmulo de água, configurando uma forma de abastecimento simples e barata em relação a outros meios de abastecimento. O estudo apresentado teve como objetivo realizar análise socioambiental da oferta de água a partir da captação de águas de chuvas, estudo de caso no Tanque do Araçá, Esperança-PB. Também foram analisadas as formas de armazenamento e os múltiplos usos dados à água captada nos reservatórios, pela comunidade no município de Esperança-PB. Para tanto, foram realizadas análises microbiológicas e parâmetros físico-químicos das águas dos reservatórios, e nas residências das famílias, que utilizam as águas do Tanque do Araçá. Foram avaliadas a água coletadas, nas 10 residências situadas nas proximidades dos reservatórios. Foram quantificadas os seguintes parâmetros de qualidade de água: potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), cloro total. Os dados foram analisados utilizando o teste estatístico ANOVA com a finalidade de observar se as diferentes variáveis analisadas. Observou-se, que os valores dos parâmetros físico-químicos STD, Condutividade elétrica, dos reservatórios Tanques, mostraram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), à exceção do pH em ambos os reservatórios, divergindo do recomendado pela referida resolução. As amostras microbiológicas, realizadas nos Tanques apresentaram-se fora dos valores estabelecidos pela legislação, para os fins os quais se destinam as águas, em virtude da influência das ações antrópicas nos corpos hídricos, bem como, das variações sazonais. Nas residências analisadas, os valores dos parâmetros físico-químicos, pH, STD, condutividade elétrica (CE), demonstraram-se em conformidade com o Valor Máximo Permitido (VMP) estabelecido pela legislação de água potável, Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Verificou-se também, que os valores de Cloro Total, nas residências, demonstraram resultados iguais a 0 (zero), estando em desconformidade com o valor estabelecido pela legislação vigente de água. Assim, a qualidade da água e o armazenamento nestes ambientes, refletem um possível descaso da gestão hídrica, que acarreta em doenças de veiculação hídrica e em vulnerabilidade social.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Tanques de pedra, Saúde pública.

## ABSTRACT

In the semi-arid region of Northeast Brazil, droughts occur periodically. This fact compromises water supply and water recharge, since the variable volume of precipitation is seasonal. The lack of effective public policies and the so-called "cyclical droughts" that hit the region provide a barrier to social development and access to water. The distribution and storage of water in the semi-arid can be done, from alternative uses, such as stone tanks. These are impermeable, which allows the accumulation of water, forming a simple and inexpensive way of supply in relation to other means of supply. The objective of this study was to conduct a socio-environmental analysis of water supply from rainwater harvesting, a case study in the Araçá Tank, Esperança-PB. Also analyzed were the forms of storage and the multiple uses given to the water captured in the reservoirs, by the community in the municipality of Esperança-PB. For this purpose, microbiological analyzes and physical-chemical parameters of reservoir waters and household residences were carried out using the waters of the Araçá Tank. The collected water was evaluated in the 10 residences located near the reservoirs. The following water quality parameters were quantified: hydrogen ionic potential (pH), temperature, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (STD), total chlorine. The data were analyzed using the ANOVA statistical test in order to observe the different variables analyzed. It was observed that the values of the physical-chemical parameters STD, Electrical Conductivity, of the Tanks reservoirs, were within the standards established by Resolution no. 357/2005 of the National Environmental Council (CONAMA), except for pH in both reservoirs, diverging from that recommended by the resolution. The microbiological samples taken in the Tanks were out of the values established by the legislation, for the purposes that the waters are destined for, due to the influence of the anthropic actions in the water bodies, as well as of the seasonal variations. In the residences analyzed, the values of the physical-chemical parameters, pH, STD, electrical conductivity (EC), were demonstrated in accordance with the Maximum Allowed Value (VMP) established by drinking water legislation, Ordinance 2914/2011 of the Ministry of Health. It was also verified that the Total Chlorine values in the residences showed results equal to 0 (zero), being in disagreement with the value established by the current water legislation. Thus, water quality and storage in these environments reflect a possible neglect of water management, which leads to waterborne diseases and social vulnerability.

**Key words:** Water quality, anthropogenic actions, stone tanks, public health.

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2- OBJETIVOS</b> .....	3
<b>2.1- Objetivo geral:</b> .....	3
<b>2.2- Objetivos específicos:</b> .....	3
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	4
<b>3.1 As condições climáticas do Nordeste e a problemática da escassez hídrica</b> .....	4
<b>3.2 Disponibilidade de água potável: alguns problemas e sua importância para a vida humana</b> .....	5
<b>3.3- Parâmetros de qualidade de água</b> .....	8
<b>4- LEGISLAÇÕES VIGENTES PARA QUALIDADE DE ÁGUA: PORTARIA Nº 2.914/2011 E RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005</b> .....	10
<b>5- EUTROFIZAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS</b> .....	10
<b>6- MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	12
<b>6.1- Área de estudo</b> .....	12
<b>6.2- Coleta e Processamento das análises</b> .....	14
<b>6.3- Análise dos parâmetros de qualidade de água</b> .....	15
6.3.1- Análise dos parâmetros físico-Químicos.....	15
6.3.2- Análise dos parâmetros microbiológicos.....	17
<b>7- RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	21
<b>7.1- Identificação das ações antrópicas no tanque</b> .....	21
<b>7.2- Análise da qualidade da água dos reservatórios</b> .....	22
7.2.1- Físico-química.....	22
7.2.2- Análise microbiológica.....	23
<b>7.3- Análise da qualidade da água nas residências</b> .....	25
7.3.1- Físico-química.....	25
7.3.2- Microbiológica.....	27
<b>8- CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>9- REFERÊNCIAS</b> .....	30

## 1- INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil possui características climáticas que propiciam ambientes distintos tais como o Litoral e Zona da Mata, com clima Tropical Quente e Úmido e há o domínio do Semiárido. De acordo com Becker et al. (2011), o domínio do Semiárido ocupa uma área de aproximadamente 982.563 km<sup>2</sup> com um acréscimo de 8,66%, estabelecido pela Portaria Interministerial N° 6, de 29 de março de 2004.

A área, que se localiza sob as latitudes subequatoriais, apresenta clima predominantemente Tropical Quente Seco e corresponde a 11% do território brasileiro, ocupando 86,44% do Estado da Paraíba, com uma área de abrangência, que corresponde a 170 municípios (ARAÚJO, 2011; BRASIL, 2005).

Nesta porção Semiárida, ocorrem, periodicamente, estiagens com perdas parciais ou totais no setor agropecuário, praticamente de subsistência. As estiagens comprometem o abastecimento de água e a recarga hídrica, devido principalmente à irregularidade da estação chuvosa na região, com predominância de chuvas intensas e de curta duração (SILVA, et al., 1998, CARVALHO, 2014).

Estas estiagens são diretamente influenciadas pela variabilidade climática, Decadal e Sazonal, que resultam na escassez hídrica dos corpos d'água intermitentes (LIMEIRA, 2014). Em se tratando da análise da escassez hídrica no Estado da Paraíba, destacam-se os estudos relacionados à detecção de indícios de variabilidade pluviométrica e de mudanças em séries temporais, tais como os de Haylock, et al. (2006), Obregón & Marengo (2007), Francisco (2015).

A região Semiárida apresenta vulnerabilidade hídrica, e esta reflete no abastecimento hídrico para a população, uma vez que o volume variável de precipitação é sazonal (SILVA et al, 2012; PEREIRA, 2017).

Tal escassez de água no Semiárido, e em especial na Paraíba, afeta as classes sociais e as atividades econômicas, resultando em conflitos socioambientais. Assim, esta vulnerabilidade climática, com ênfase na disponibilidade hídrica gerenciada pelos órgãos competentes, pode proporcionar a distribuição de água, em quantidade e qualidade, para atender as necessidades e interesses da sociedade.

O município de Esperança, assim como muitas cidades do Estado da Paraíba, enfrenta um período de escassez hídrica decorrente das variabilidades climáticas, as quais contribuem para a redução do potencial hídrico, destinado ao abastecimento público.

Diante dessa problemática, muitas famílias do município fazem uso de fontes alternativas para suprir suas necessidades básicas, destacando-se como principais fontes de abastecimento o uso de carros “Pipas”, poços, e também do reservatório Tanque do Araçá.

Cabe-nos, então, questionar: sendo a água um bem de uso comum, como se dá a distribuição deste recurso? Qual a qualidade da água que é ofertada e sob quais condições ela está sendo acessada? Como se dá o tratamento de águas de chuvas captadas nos reservatórios inseridos em afloramentos rochosos? Diante destes questionamentos e sabendo que na cidade de Esperança- PB, há a existência do uso de águas captadas em afloramentos rochosos, aportaremos nossa pesquisa nos objetivos apresentados no tópico seguinte.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivo geral:**

Analisar e avaliar a qualidade das águas das chuvas, captadas em tanques de pedra, que são destinadas ao consumo humano no município de Esperança-PB.

### **2.2- Objetivos específicos:**

A partir de nosso objetivo geral, planejamos:

- a) Analisar as formas de armazenamento, tratamento e distribuição das águas das chuvas, captadas nos afloramentos rochosos locais;
- b) Identificar os múltiplos usos das águas captadas nos reservatórios pela comunidade;
- c) Realizar análises microbiológicas das águas existentes nos reservatórios e nas residências das famílias, que utilizam as águas do Tanque do Araçá;
- d) Realizar a análise de parâmetros físico-químicos (cloro total, pH, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica) nas águas dos afloramentos, e nas residências;
- e) Avaliar os benefícios socioeconômicos e ambientais advindos da captação e uso das águas das chuvas no Tanque do Araçá.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 As condições climáticas do Nordeste e a problemática da escassez hídrica

A região Nordeste apresenta em sua caracterização climatológica, um regime pluviométrico definido pela má distribuição das chuvas, ao longo do tempo e do espaço. Tal característica atrelada à ausência de políticas públicas eficazes e às chamadas “secas cíclicas”, que atingem a região e representam um forte entrave em seu desenvolvimento social e econômico, sobretudo, no que diz respeito ao acesso à água, enquanto recurso indispensável a subsistência humana (BRASIL, 2005, FRANCISCO et al, 2015).

Estudos em escala regional, discutem e enfatizam que os recursos hídricos, presentes na região são colocados em segundo plano, reduzindo de maneira significativa as possibilidades de manejo adequado e eficiente dos mesmos (OLIVEIRA, 2016). Tal fato acarreta, também, na inviabilização do desenvolvimento de políticas públicas de convivência com o Semiárido (FREIRE & PACHECO, 2011; FAGUNDES, 2015; MACIEL & PONTES, 2015).

Um dos principais rótulos atribuídos à região Nordeste do Brasil é a de uma “terra seca”, com “rios secos e uma vegetação e fauna raquíticas ou inexistentes”, ou ainda, a descrevem como sendo “repleta de cactos” ou de outras “plantas espinhosas”, características de climas secos. Na verdade, o Semiárido nordestino foi colocado como uma região problema, ou ainda, uma terra de pessoas pobres e sem estrutura alguma de sobrevivência ou de conhecimentos (ANDRADE, 2005; MACIEL & PONTES, 2015).

No entanto, contrastando com a visão de Nordeste pobre historicamente difundida, sabe-se que: 1) há uma grande diversidade (quantitativa e qualitativa) de espécies vegetais, onde estimando-se que haja na região entre três a quatro mil espécies de plantas (ANDRADE, 1998; NODARI et al, 2016); 2) embora haja uma má distribuição espacial e temporal das precipitações, o Semiárido brasileiro destaca-se, dentre todas as regiões Semiáridas do mundo, como a o que possui a maior precipitação média anual, possibilitando assim atividades agropastoris temporárias ou sazonais (DIAS, 2014); e 3) a região Nordeste do Brasil é uma das mais importantes para a economia do país, com grande destaque, para o desenvolvimento da produção agrícola e do setor terciário: comércio e serviços (BRASIL, 2010; LACERDA et al, 2015).

A grande divergência em relação aos fatores de distribuição de água no Semiárido nordestino não está situada apenas nos fatores naturais, mas suscitadas na inexistência de políticas de gestão hídrica. Ainda nesse contexto é possível identificar a existência de estratégias relacionadas à convivência e adaptação do homem ao meio, podendo-se citar o uso

de formas alternativas de armazenamento de água, que podem ser uma alternativa à gestão dos recursos hídricos, disponíveis localmente (FAGUNDES, 2015).

No caso específico do Semiárido nordestino, pode-se citar a utilização de tanques naturais. Esta é uma prática, que remonta ao século XIX, e que proporcionou uma alternativa de captação de águas de chuvas, destinada ao abastecimento de água à famílias, que convivem com a escassez hídrica. Dentre as vantagens propiciadas pelo uso de fontes alternativas de armazenamento de água, tais como os tanques de pedra, pode-se enfatizar o fato da rocha ser impermeável, o que possibilita o acúmulo de água, configurando uma forma de abastecimento simples e barata em relação a outros meios de abastecimento (SOUZA et al., 2016).

Por fim, destacamos que além dos problemas correlacionados à disponibilidades de água no Semiárido, faz-se notório ainda, o fato de grande parcela das águas não serem potáveis para o consumo humano. Assim, outros aspectos a serem destacados são a qualidade da água e o armazenamento desta, que refletem um possível descaso da gestão hídrica, que acarreta em doenças de veiculação hídrica e em vulnerabilidade social.

### **3.2 Disponibilidade de água potável: alguns problemas e sua importância para a vida humana**

Quando relacionamos a problemática da escassez e da disponibilidade de água a fatores como a qualidade e potabilidade da mesma, a situação mostra-se delicada. A Organização das nações Unidas (ONU) aponta que mais de 4,5 bilhões de pessoas não tem acesso a saneamento básico, reflexo das persistentes desigualdades sociais e da ineficácia de políticas públicas, o que intensifica e agrava a problemática de acesso à água de qualidade.

De acordo com o relatório da ONU (2017), 2,1 bilhões de pessoas não tem acesso a água potável e gerenciada de forma segura. Desse total, 844 milhões não possui acesso a nenhum serviço básico de distribuição de água potável, incluindo “263 milhões de pessoas que precisam gastar mais de 30 minutos por viagem para coletar água de fontes distantes de casa e 159 milhões que ainda bebem água não tratada de fontes de água superficiais, como córregos ou lagos.” (BARCELOS, 2009; ONU 2017).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) 80% dos casos de diarreias agudas no mundo estão relacionadas ao uso de água imprópria para consumo, não tratada, a sistemas de esgoto inexistente ou às práticas de higiene insuficientes, sobretudo em países ou regiões onde são problemáticas e precárias as condições de vida. A organização aponta ainda que, 361 mil crianças morrem todos os anos devido a casos de diarreia.



O relatório da Organização das Nações Unidas, intitulado “Água Doente”, publicado no ano de 2017, enfatiza que, anualmente mais pessoas morrem por causa de água poluída do que por todas as formas de violência e até mesmo do que as guerras. De acordo com a ONU (2017), 3,7% de todas as mortes no mundo são atribuídas à água, e mais da metade dos leitos de hospitais encontram-se ocupados por pessoas que sofrem com doenças relacionadas à água. (ONU, 2017).

Dentre os inúmeros agentes contaminantes presentes na água, podemos destacar a presença de microrganismos como bactérias, vírus e parasitas, ou ainda a presença de toxinas naturais, produtos químicos, agrotóxicos, metais pesados, dentre outros. Fatores como o saneamento deficiente e a água contaminada também estão ligados à transmissão de doenças como cólera, disenteria, hepatite A e febre tifoide (ONU, 2017; SES/SP, 2015).

Assim consideram-se doenças relacionadas à água ou de veiculação hídrica todo o tipo de doença ocasionada por organismos ou por quaisquer outros contaminantes disseminados por meio da água, que por sua vez podem ser transmitidas ao homem de diversas maneiras, cujas principais são (Tabela 1):

Tabela 1: Principais formas de transmissão de doenças por veiculação hídrica, causas e doenças relacionadas

<b>Forma de transmissão</b>	<b>Como são causadas</b>	<b>Principais doenças relacionadas</b>
<b>Ingestão de água contaminada</b>	São doenças provocadas devido à ingestão direta de água contaminada, em geral, em locais onde não há sistema de abastecimento de água tratada, e os grupos populacionais fazem uso de minas, poços, bicas, ou então, utilizam água mineral de fontes contaminadas.	Cólera, febre tifóide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bactérias - <i>Shigella</i> , <i>Escherichia coli</i> ; vírus - <i>Rotavírus</i> , <i>Norovírus</i> e <i>Poliovírus</i> (poliomielite - já erradicada no Brasil); e parasitas - <i>Ameba</i> , <i>Giárdia</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Cyclospora</i> .
<b>Contato da pele/mucosas com água contaminada.</b>	São doenças causadas devido ao contato da pele ou mucosas com água contaminada por esgoto humano ou por fezes ou urina de animais.	Destacam-se como principais doenças, algumas verminoses transmitidas pela pele (água ou solo contaminados), a esquistossomose (água contaminada e presença de determinadas espécies de caramujo no seu ciclo de transmissão) e a leptospirose (águas, principalmente de enchentes, solo úmido ou vegetação, contaminados pela urina de rato).

<b>Forma de transmissão</b>	<b>Como são causadas</b>	<b>Principais doenças relacionadas</b>
<b>Falta de água ou de rede de esgoto/alternativas adequadas para deposição de dejetos ou práticas precárias de higiene.</b>	São doenças causadas pela ausência de higienização adequada e que podem ser transmitidas de pessoa para pessoa. Além disso podem ter também os parasitas carreados para água ou para os alimentos por meio das moscas.	Tracoma devido à <i>Chlamydia trachomatis</i> , doença conhecida por não se lavar o rosto - os olhos, de rotina; piolhos ou escabiose, que passam de pessoa para pessoa; ascaridíase ( <i>Ascaris lumbricóides</i> , adquirida devido à ingestão de ovos do parasita), de helmintíases ou outras verminoses.
<b>Insetos/vetores que se desenvolvem na água.</b>	São aquelas transmitidas pela picada de mosquitos/vetores que se desenvolvem na água.	Dengue, febre amarela, filariose, malária e algumas encefalites.

Fonte: SES/SP (2015)

Cabe-nos ressaltar, que algumas das doenças elencadas acima são disseminadas, com transmissão de indivíduo para indivíduo (por via fecal-oral), dessa forma a propagação entre a comunidade torna-se um fato alarmante. Algumas dessas doenças estão diretamente relacionadas ao fornecimento de água, nas mais diversas formas de distribuição e captação, e o aumento ou a diminuição dos casos destas, quando monitorados de maneira eficiente, permitem uma melhor avaliação das ações de saúde pública no tocante ao controle e a prevenção das mesmas (SILVA et al, 2017).

O possível descaso da qualidade da água, disponibilizada para a população pode oferecer riscos. Neste caso, destacamos que a potabilidade da água é viabilizada por várias formas de tratamento, sendo que as mais tradicionais incluem basicamente as etapas de: coagulação, filtração, desinfecção e a fluoretação (SCURACCHIO, 2010).

Além destas, a fervura e cloração da água são alternativas para redução dos riscos de veiculação de doenças. O consumo de água imprópria, ou contaminadas por agentes patógenos, levará a disseminação de doenças. De acordo com inciso V da Portaria, de padrão de potabilidade para água 2914 de 2011, define-se como água tratada a “água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade” (BRASIL, 2011).

É necessário, também, para a execução de um programa adequado de tratamento, distribuição e armazenamento, que o sistema de acúmulo de água nas residências sigam as quantidades limites dos diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, instituídos pelas agências regulamentadoras (BRASIL, 2011; SCURACCHIO, 2010).

Vale salientar, nesse contexto, que não apenas a água tratada é tida como fator primordial, mas também o fornecimento de equipamentos de saneamento como banheiros, latrinas e fossas são de suma importância. Estes fatores devem estar associados a prevenção e ao controle de doenças por veiculação hídrica (BORTOLI, 2017; ONU, 2017; OMS, 2017).

### **3.3- Parâmetros de qualidade de água**

Parâmetros de qualidade de água são os valores de referência no que diz respeito às características físicas, químicas e biológicas da água (SPERLING, 2005). Desse modo, as características físicas da água estão relacionadas à ordem estética e subjetiva, com parâmetros estabelecidos, tais como: cor, temperatura, sabor, odor; enquanto, as características químicas estão relacionadas às substâncias dissolvidas, que alteram valores em parâmetros como: acidez, alcalinidade, pH.; e as biológicas, fazem referência a presença de seres vivos ou mortos, pertencentes ao reino animal e vegetal além dos protistas presentes na água (VON SPERLING, 2005; ANDRADE, 2017).

De acordo com Bortoli (2016), os parâmetros microbiológicos de qualidade de água são verificados a partir da existência de:

- 1- Coliformes totais e Coliformes termotolerantes;
- 2- Coeficiente de desoxigenação;
- 3- Coeficiente de decomposição,
- 4- Salinidade;
- 5- Quantidade das substâncias: sulfato, carbonato, potássio e cloretos presentes nas águas;

Tais Parâmetros são usados como forma de monitorar a qualidade da água, sendo esta verificação realizada de modo contínuo ou periodicamente, objetivando-se na manutenção da qualidade dos corpos hídricos, bem como, na análise das formas como estes corpos são afetados por contaminantes e atividades antrópicas.

Ribeiro et al (2017) aponta, que as características das águas são intrínsecas e próprias, assim sendo, estas podem apresentar propriedades variáveis. Destacando-se que dependendo da localidade e das condições de sua origem, as águas que não sofreram ação antrópica, podem ter características: 1-sulfurosas, 2- carbonatadas, 3-magnesianas em sua origem (BORTOLI, 2016).

A Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, apresentam diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, para classificar e caracterizar a qualidade das águas. A tabela 2 apresenta alguns desses indicadores e suas características.

Tabela 2: Parâmetros de qualidade de água e suas definições, segundo a Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde

<b>Parâmetros</b>	<b>Definição</b>
<b>Sólidos Totais Dissolvidos (STD)</b>	Os sólidos totais dissolvidos nas águas representam toda a matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado.
<b>Cloro total</b>	O cloro é um agente bactericida, adicionado durante o tratamento da água com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos patogênicos que podem estar presentes na água.
<b>Potencial Hidrogeniônico (pH)</b>	Esse parâmetro representa a concentração de íons hidrogênio H <sup>+</sup> , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água.
<b>Condutividade elétrica</b>	A condutividade elétrica da água representa a capacidade de transmissão da corrente elétrica através da presença de íons dissolvidos na água. Quanto maior a quantidade de íons, maior a sua condutividade elétrica.
<b>Coliformes totais</b>	Bactérias do grupo coliforme –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 ± 0,5°C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β-galactosidase.
<b>Coliformes termotolerantes</b>	Os Coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β-galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44o - 45oC, com produção de ácido, gás e aldeído. São indicadoras de contaminação fecal.

Fonte dos dados: (BORTOLI, 2016; SCURACCHIO, 2010).

Ressalva-se que as legislações vigentes de classificação e potabilidade de água, que estabelecem padrões e normas de qualidade de água, estão baseadas nestes parâmetros. Assim sendo o monitoramento da qualidade da água por meio de parâmetros físicos/químicos e microbiológicos fornece subsídio às políticas de proteção ambiental e decisão nas ações de gestão ambiental.

#### **4- LEGISLAÇÕES VIGENTES PARA QUALIDADE DE ÁGUA: PORTARIA Nº 2.914/2011 E RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005**

A portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011 enfatiza o objetivo de estabelecer normas, procedimentos e responsabilidades, relacionadas à qualidade das águas para consumo humano, provenientes de sistema e solução alternativa de abastecimento de água, bem como, dos recursos hídricos indispensáveis à sua sobrevivência (BORTOLI, 2016; BRASIL, 2011).

De acordo com os Artigos de nº 3 e 4 da mesma lei, deve ser objeto de controle e vigilância de qualidade, toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento, bem como, as águas destinadas ao consumo humano, procedente de soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água, independente da forma de acesso da população. (BRASIL, 2011).

O Artigo de nº 5, inciso I, define como água para consumo humano a “água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;” e que portanto, atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na já referida Portaria, estando isenta de agentes nocivos e/ou patógenos que causem riscos à saúde humana (BRASIL, 2011).

Assim sendo, os padrões de qualidade físico, químico e microbiológicos encontram-se embasados na legislação vigente, disposta a partir desta mesma lei, assim como na resolução do Conselho Nacional Do Meio Ambiente - CONAMA nº 357 de 2005, que classifica estabelecendo os padrões de qualidade de água para os mais variados usos comunitários, de modo a assegurar a saúde e o bem-estar humano (BRASIL, 2011).

De acordo com a resolução do CONAMA para águas superficiais, do território nacional, os corpos de água podem ser classificados em três categorias: águas doces, salinas e salobras, podendo ser classificadas ainda de acordo com a qualidade exigida para os seus usos principais, em treze classes de qualidade (BORTOLI, 2016).

#### **5- EUTROFIZAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS**

Resultante do acúmulo excessivo de nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo, o processo de eutrofização de corpos hídricos tem como principal consequência a diminuição da quantidade de espécies existentes nos corpos hídricos, assim como, a modificação da biota dominante (ANDRADE, 2017). Tal processo desencadeia ainda o crescimento excessivo de

plantas aquáticas, favorecendo desta forma, a proliferação de cianobactérias em relação a outras espécies (PEREIRA, 2013; TRINDADE, 2014).

A intensificação do processo de eutrofização, bem como, as possíveis alterações na qualidade da água de reservatórios superficiais, podem ser definidas como resultado de processos naturais ou de processos antropogênicos. Nesse sentido, cabe destacar o crescimento demográfico, como fator preponderante, no que diz respeito ao lançamento excessivo de nutrientes, decorrentes de atividades humanas (TRINDADE, 2014).

Pode-se destacar ainda, que, o aumento na concentração de nutrientes e de substâncias tóxicas no meio aquático, resultantes, sobretudo, do lançamento de efluentes de origem doméstica ou industrial em corpos hídricos, tem como principais consequências a diminuição do índice de qualidade da água para sobrevivência dos seres vivos, assim como, a intensificação dos riscos à saúde humana em face do consumo de águas contaminadas (VON SPERLING, 2005; TRINDADE, 2014).

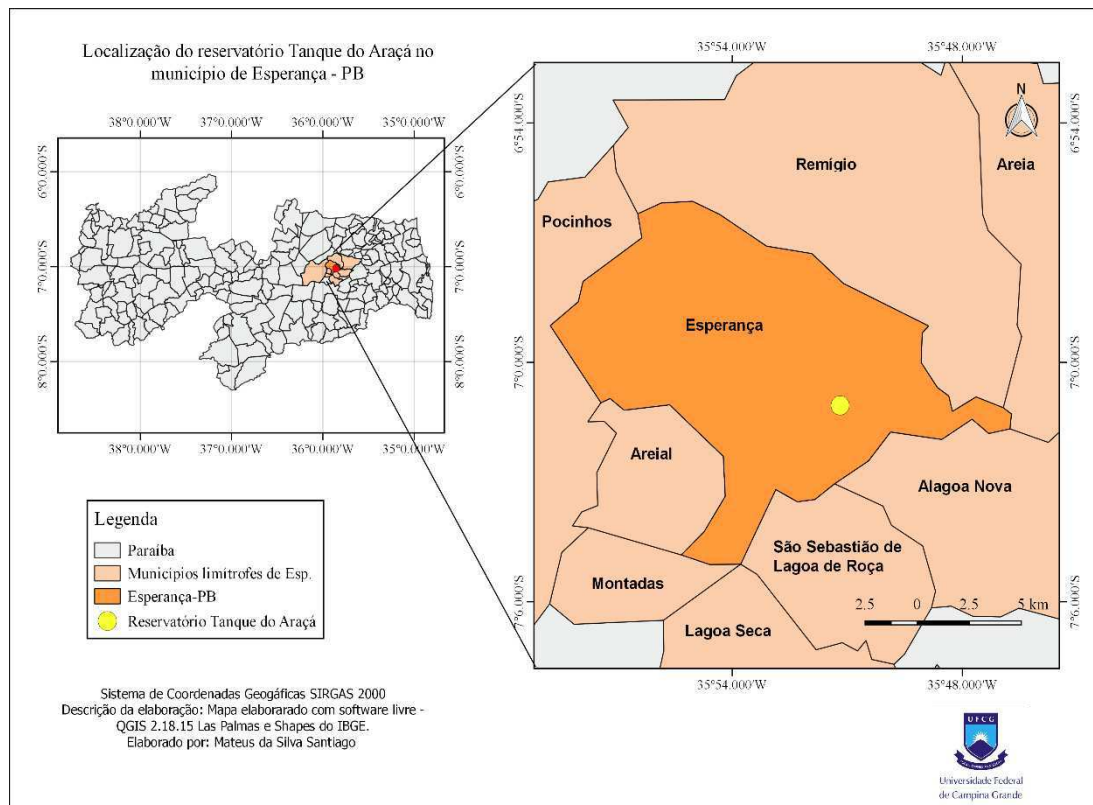
Cabe destacar ainda que os estudos voltados a análise do Índice de Eutrofização de corpos hídricos (IET), em reservatórios superficiais, são escassos. Assim sendo, a carência de estudos, pode resultar em graves consequências tanto no que diz respeito à qualidade e conservação das águas superficiais, quanto na qualidade de vida e saúde dos indivíduos que fazem uso dessa água (PEREIRA, 2013; ANDRADE, 2017).

## 6- MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1- Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada no reservatório Tanque do Araçá, localizado no perímetro urbano do município de Esperança-PB (Figura 1). Este município está localizado entre as coordenadas: Lat. 07°01'59" S; e Long. 35°51'26" W (BRASIL, 2010).

Figura (1): Mapa de localização do reservatório Tanque do Araçá no município de Esperança-PB



Fonte: Santiago, 2018.

O município abrange 161,738 Km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com o município de Remígio; ao sul com São Sebastião de Lagoa de Roça; ao Leste com Areia; a Sudeste com o município de Alagoa Nova e a Oeste com o município de Pocinhos; faz ainda limite com o município de Areal, situado a Sudoeste (FERREIRA, 2015, IBGE, 2010).

No tocante à caracterização edafoclimática, vegetal e hidrográfica, de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2005), tem-se:

- 1) Geologia, geomorfologia e pedologia: o município de Esperança-PB detém uma base geológica composta de rochas graníticas-gnáissicas e ortognáissas; está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, com altitudes variando entre 500 e

650 metros. Localmente, o relevo é formado por vales profundos e de estreitos dissecados. A pedologia do município é formada por solos férteis, ocorrendo nas superfícies suave-onduladas a onduladas os Planossolos e os solos Argissolos, e nas elevações ocorrem os solos rasos ou Neossolos lítólicos, e afloramentos rochosos (BRASIL, 2005).

- 2) Clima, hidrografia e vegetação: o clima local é Tropical Quente e Seco, do tipo Semiárido (FRANCISCO et al, 2015), caracterizado pela alta taxa de evapotranspiração e pela variabilidade espaço-temporal das chuvas. A hidrografia é composta por rios intermitentes, temporários pertencentes à bacia do Rio Mamanguape. Os rios locais apresentam pequena vazão e baixo potencial de água subterrânea. Os cursos de águas tem escoamento endorréico e padrão dendrítico. A vegetação é composta, principalmente, por espécies do Bioma Caatinga, com porte arbóreo-arbustivo (BRASIL, 2005, 2014; FERREIRA, 2015). A média da precipitação pluvial do município para o ano de 2017 foi de 500,2 mm (AES A 2018).

Em relação ao Tanque do Araçá, nosso objeto de estudo, sabemos que este localiza-se no perímetro urbano e detém dois reservatórios que foram construídos sobre os afloramentos rochosos locais. O Tanque do Araçá detém dois pontos (chafarizes) de distribuição d'água, que são administrados pelo Poder Público municipal.

Destaca-se, que mesmo com chegada da água encanada no município de Esperança-PB no ano de 1958, mediante a realização de obras pelo antigo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, a escassez d'água (resultada de fatores climáticos e da ineficácia das políticas de gestão hídrica), faz com que esses corpos hídricos situados sobre um afloramento rochoso, sejam amplamente procurados pela população local (FERREIRA, 2015).

Diante do exposto, entende-se que o Tanque do Araçá representa um importante meio de armazenamento e distribuição de água para a população local, sobretudo a mais carente, pois: para elas, as águas do reservatório representam a única alternativa no tocante a obtenção d'água para os diversos usos do cotidiano. Vale ressaltar, que nos períodos de racionamento, a oferta d'água é interrompida ou racionalizada pela concessionária responsável. Logo, os reservatórios do Tanque do Araçá tornam-se uma das principais fontes de oferta de água para a população local,

A escolha do Tanque do Araçá, como objeto de estudo se deu em virtude de alguns aspectos, tais como: 1) nos longos períodos de estiagem não há disponibilidade ou fornecimento de água para a comunidade local; 2) as condições climáticas locais propiciam uma escassez

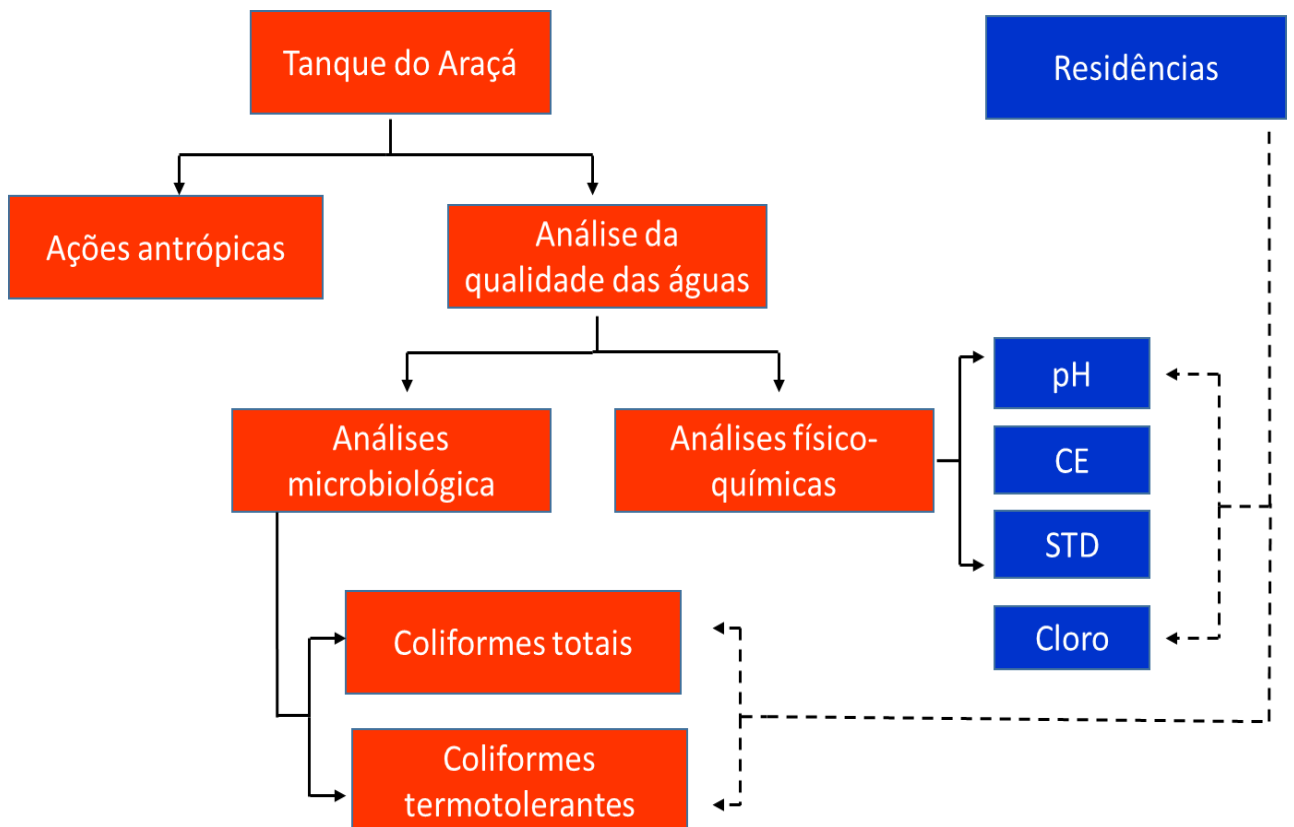


hídrica que tem reduzido a oferta e disponibilidade de água; e 3) cerca de 100 famílias locais, de baixa renda, dependem exclusivamente das águas provenientes do Tanque do Araçá.

## 6.2- Coleta e Processamento das análises

O presente trabalho enquadra-se como pesquisa quali-quantitativa, pois mensura dados quantitativos atribuídos à qualidade das águas do reservatório do Araçá e das residências, além da análise de dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) e presentes nas legislações de análise de qualidade de água. As etapas da pesquisa estão descritas no fluxograma abaixo.

FIGURA 2: Estudos sobre água realizados no Tanque do Araçá



Organização: Santiago (Julho, 2018)

### 6.3- Análise dos parâmetros de qualidade de água

#### 6.3.1- Análise dos parâmetros físico-Químicos

Para o desenvolvimento desta análise, realizamos, inicialmente, um estudo *in loco* objetivando-se: identificar as principais formas de captação e distribuição de águas de chuvas a partir dos dois tanques, optando-se por determinar estes espaços como: Tanque 1, e Tanque 2, (Fotos 3 A e B).

Figura 3: Panorama do reservatório: A- Tanque 1, B- Tanque 2



Fonte: Santiago, (2018).

As análises foram realizadas nos meses de janeiro (período de estiagem) e junho (período chuvoso) de 2018. Foram coletados 4 (quatro) pontos no reservatório Tanque 1 e 6 (seis) pontos no reservatório Tanque 2. Totalizando em 60 amostras, realizadas em triplicata (Tabela 3).

Tabela 3: Localização dos pontos de coleta de água, no reservatório Tanque do Araçá

Ponto de coleta (Tanque 01)	Sistema de coordenadas: posição lat/long (WGS84)	
Caixa tanque 01	S 7°01' 03.574''	W 35°51' 12.390''
Ponto 01	S 7° 01' 3.783''	W 35° 51' 12.396''
Ponto 02	S 7° 01' 04.028''	W 35° 51' 12.157''
Ponto 03	S 7° 01' 06.079'	W 35° 51' 11.162''
Ponto 04	S 7° 01' 05.361''	W 35° 51' 10.756''

Ponto de coleta (Tanque 02)	Sistema de coordenadas: posição lat/long (WGS84)	
Caixa tanque 02	S 7°01' 10.268''	W 35°51' 11.852''
Ponto 01	S 7° 01' 05.543''	W 35° 51' 15.803''
Ponto 02	S 7° 01' 06.110''	W 35° 51' 15.623''
Ponto 03	S 7° 01' 06.708''	W 35° 51' 15.432''
Ponto 04	S 7° 01' 07.362''	W 35° 51' 14.985''
Ponto 04	S 7° 01' 08.047''	W 35° 51' 14.844''
Ponto 06	S 7° 01' 08.602''	W 35° 51' 14.867''

Fonte: Google Earth, 2018.

Na sequência, foram realizadas coletas de água nas residências dos moradores (figura 4 A, B e C), que fazem uso das águas dos tanques. Esse procedimento deu-se semanalmente no período dos dois meses selecionados, sendo eles janeiro e junho de 2018.

Figura 4: Coletas de água no reservatório e nas residências



Fonte: Moura; 2018.

Foram utilizados instrumentos digitais portáteis para a realização dessas análises em campo, sendo eles:

- 1) pHômetro digital;
- 2) Medidor colorimétrico de cloro;

3) Condutivímetro digital, esse aparelho mede além desse parâmetro os sólidos totais dissolvidos.

Todos os equipamentos foram calibrados previamente antes de cada uso, de modo que esses procedimentos de análise seguiram as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 1999).

Por fim, foram selecionadas aleatoriamente residências que utilizam essas águas nas suas atividades diárias. A amostragem abrangeu um total de 10 (dez) casas localizadas nas proximidades dos tanques e de bairros vizinhos à estes, para avaliar a qualidade das águas armazenadas nos seus respectivos reservatórios, sendo selecionados para análise os principais reservatórios de uso contínuo dos moradores.

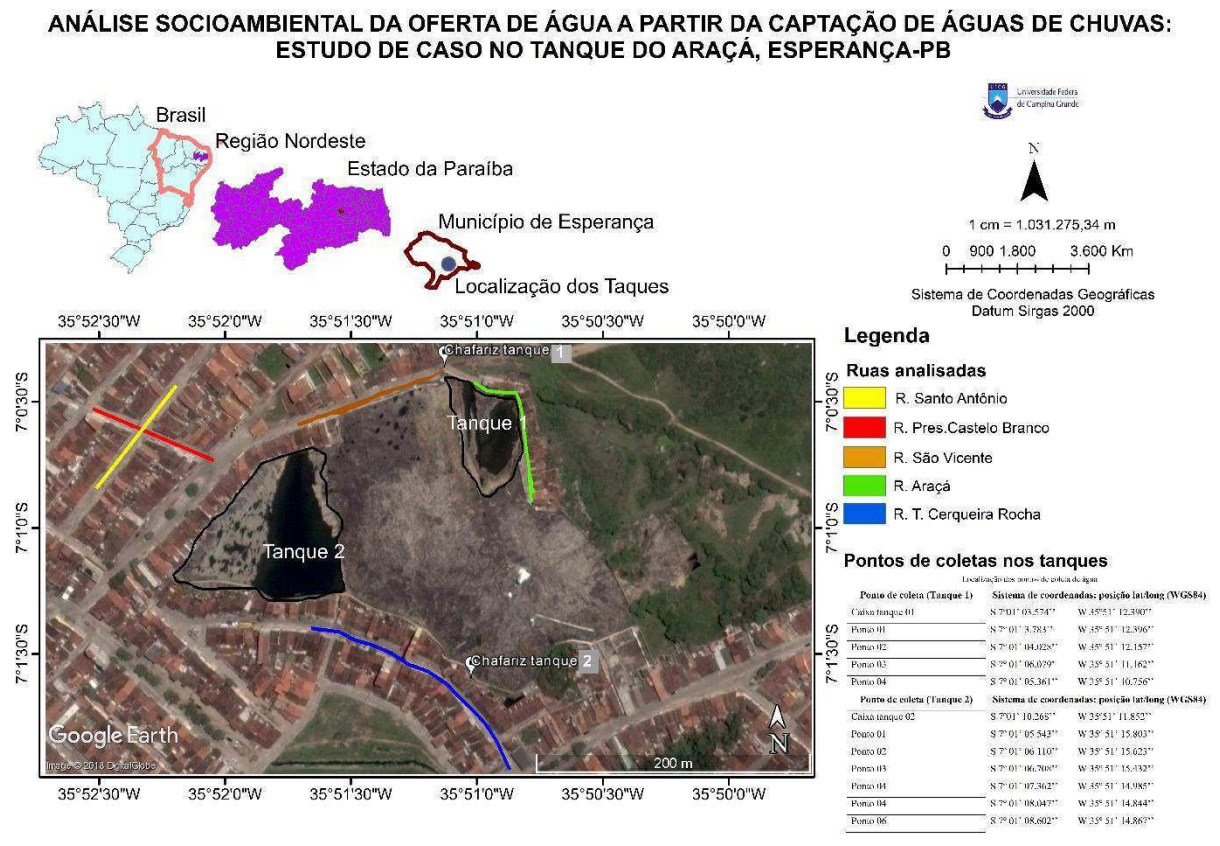
Com base nesses dados foram realizados testes de análise de variância, por meio do programa computacional Microsoft Excel 2013. O valor da ANOVA (Análise de variância), considerando o nível de significância de 5%, apresentaram valor significativo para as coletas realizadas nos reservatórios.

### 6.3.2- Análise dos parâmetros microbiológicos

No tocante as análises microbiológicas realizadas nos reservatórios, as mesmas foram desenvolvidas a partir da determinação dos Tanques (1 e 2), onde foi estabelecido a seguinte sequência metodológica para coletar as amostras de água: i) para o “Tanque 1”, de menor espaço, foram coletadas 24 amostras de água, divididas em duas campanhas, em um intervalo de aproximadamente 10 metros entre pontos pré-determinados, contemplado o total de 4 (quatro) pontos; ii) para o “Tanque 2”, de maior espaço, foram realizadas 36 coletas de amostras de água, coletadas em um intervalo de aproximadamente 20 metros entre pontos pré-determinados, com um total de 6 (seis) pontos analisados, no período de dois meses, sendo estas coletas realizadas a uma profundidade de 30 cm. Ademais, os pontos de coletas seguiram o mesmo padrão das análises físico-químicas realizadas em ambos os tanques.

Nas residências, os procedimentos de análise seguiram a mesma cronologia e procedimentos metodológicos das realizadas nos reservatórios Tanque 1 e tanque 2, assim como das análises físico-químicas, selecionando-se os principais reservatórios de uso diário dos moradores. Foram coletadas 60 amostras microbiológicas das águas para consumo humano, realizadas em triplicata, no total de 10 casas, durante as duas campanhas de coleta. Dessa forma, as campanhas foram divididas espacialmente da seguinte forma (Figura 5):

Figura 5: localização dos reservatórios e distribuição espacial, por ruas, das casas analisadas

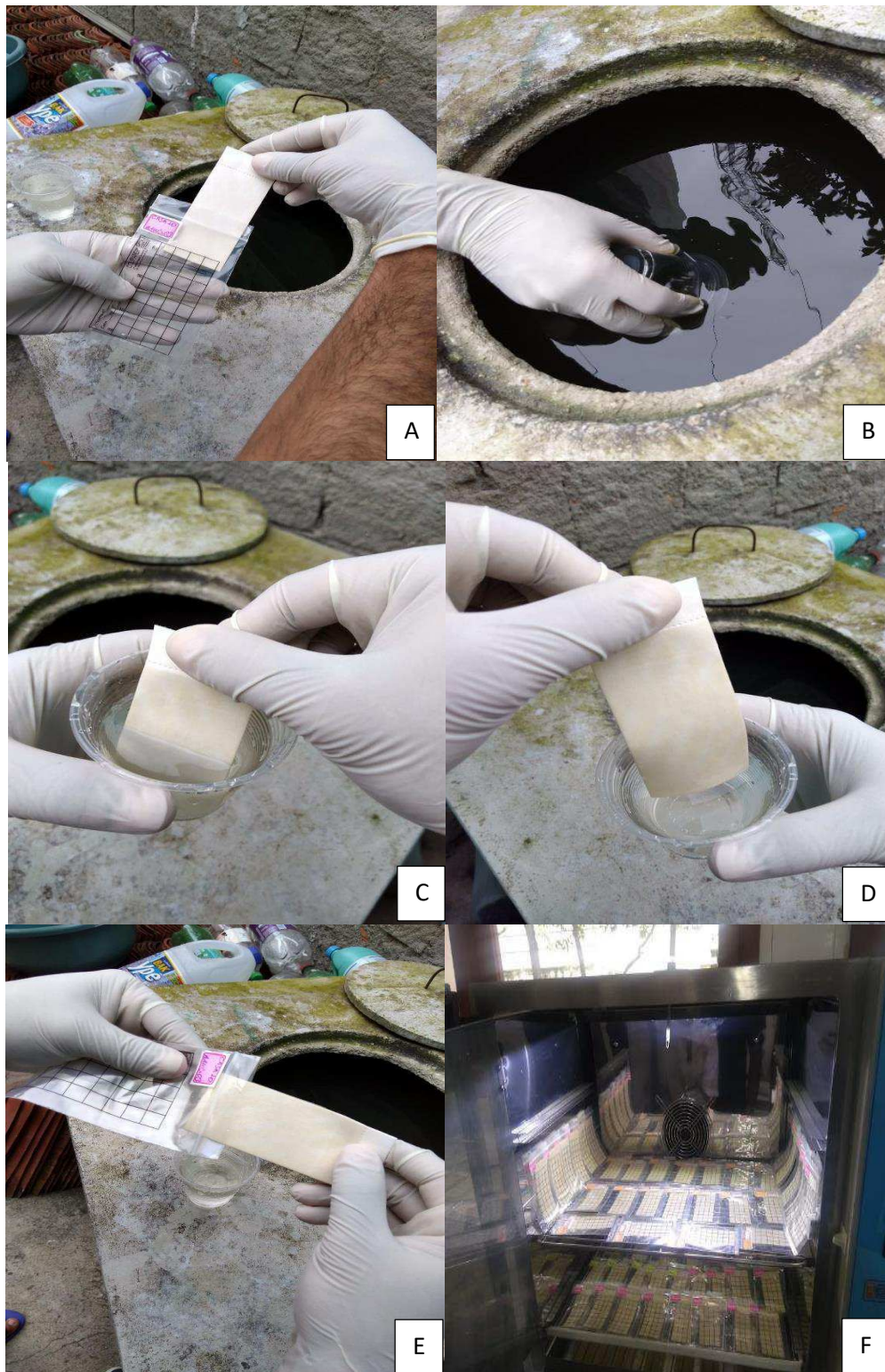


Fonte: Google Earth, 2018.

Para a análise dos parâmetros microbiológicos, analisados duas classes de micro-organismos: 1) Coliformes totais e 2) Coliformes termotolerantes. Seguindo-se a metodologia própria do Kit Básico de Potabilidade da Água Alfacit® disposto em forma de gel desidratado que consiste na combinação de dois substratos cromogênicos (Salmon-GAL e X - glicuronídeo) que detecta a presença das duas classes de bactérias (VILLELA, 2010). Os procedimentos para realização das análises seguiram as seguintes etapas:

- Retirada da cartela microbiológica tocando apenas acima do picote (figura 6-A);
- Coleta da amostra a aproximadamente 30 cm (figura 6-B);
- Imergir-se a cartela na amostra até esta umedecer, retirando-se posteriormente o excesso de água, recolocando-se em seguida a cartela na embalagem plástica sem tocar no restante (figura 6-C e D),
- Acondicionamento das amostras em caixa de isopor contendo gelo e mantidas sob refrigeração até o transporte ao laboratório, ficando durante 15 horas de incubação, em uma estufa, à temperatura de 37°C (Figura 6-D).

Figura 6: Etapas para a análise microbiológica

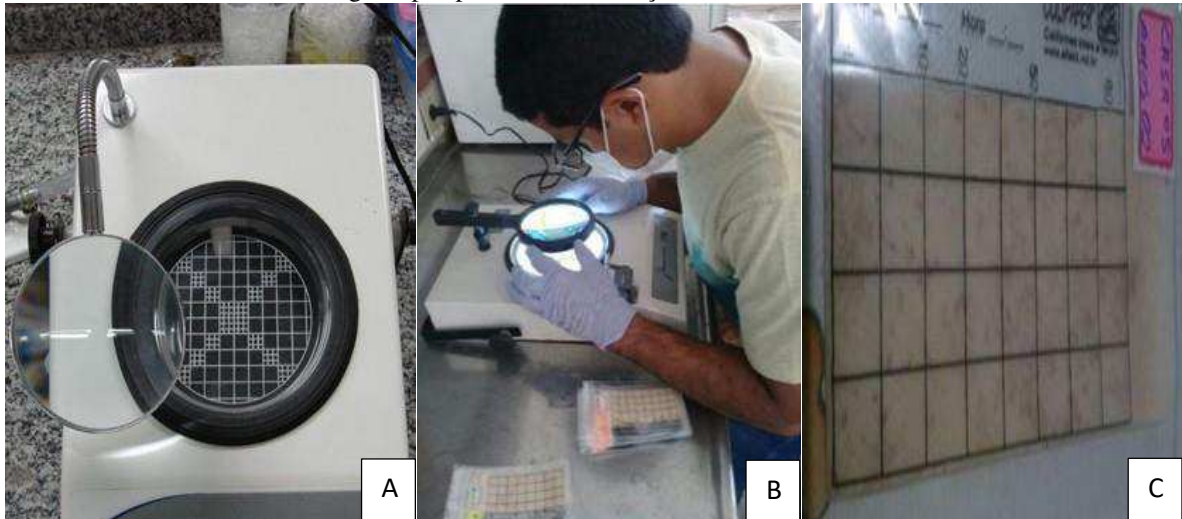


Fonte: Andrade, 2018.

Passado o tempo de incubação, demos início ao procedimento das análises dos dados obtidos mediante as informações aferidas nas cartelas microbiológicas. Para tanto utilizou-se o auxílio de aparelhos como Estéreo microscópio e lupa, objetivando-se na facilitação da

contagem do número de colônias, bem como, na diferenciação das duas classes de coliformes observadas nas cartelas microbiológicas (figura 7 A, B, C). Foram efetivadas durante realização deste procedimento, um total de 120 amostras realizadas em triplicatas em cada um dos pontos de estudo.

Figura (7): Procedimento de análise microbiológica: A- Contador de bactérias; B- Procedimento de contagem de bactérias; C- Cartela microbiológica após período de incubação



Fonte: Andrade, 2018.

Analisamos, também, durante o estudo, mediante registros fotográficos, como se dá o uso das tecnologias sociais (tanques de pedra, barreiros, cisternas, entre outros), a sua importância para a comunidade e a influência da proximidade das residências no tocante à qualidade e possível contaminação das águas, assim como a interpretação de como se dá a preservação do ambiente no qual se situam os reservatórios (PEREIRA, 2015).

## 7- RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1- Identificação das ações antrópicas no tanque

Durante o período de análise nos Tanques, foram identificadas por meio de pesquisas exploratórias, bem como em conversas informais com os moradores, realizadas em campo, ações antrópicas nas proximidades e dentro dos mesmos. Nesse contexto, foi destacado como que:

A proximidade dos reservatórios com as residências, bem como a declividade do terreno em relação aos tanques, proporciona o transporte por gravidade e a partir do escoamento superficial de precipitações. Resultando em águas contaminadas, que se infiltram através do solo, direcionadas aos marmitamentos, dispostos sobre os afloramentos rochosos, nos quais se acumula água.

Foi verificado, que em alguns trechos dos reservatórios e a partir de conversas informais com os moradores locais, que não existe a presença de rede de esgoto ou de saneamento básico, no entorno das ruas situadas, nas proximidades dos tanques. Dessa forma, os dejetos humanos produzidos pelos moradores são lançados a céu aberto, favorecendo a existência de um ambiente propício para a disseminação de patógenos, que podem afetar a qualidade das águas e a possibilidade de uso para consumo humano.

Outro problema visualizado *in loco* foi a presença de resíduos sólidos nas margens, e dentro de ambos os reservatórios (figura 8 A, B e C), destaca-se a presença de materiais variados, tais como: garrafas *pets*, sacolas plásticas, material de alvenaria (pedaços de tijolos e telhas), pedaços de borracha e até mesmo a fraldas descartáveis.

Figura 8: Presença de resíduos sólidos nos reservatórios.



Fonte: Santiago; 2018.



Muito embora a legislação aponte parâmetros e responsabilidades para o controle de qualidade das águas salienta-se, que, não é apenas de responsabilidade pública a manutenção da qualidade das águas. Contudo, cabe também a sociedade em geral, ou mesmo da parcela desta, beneficiada pelo uso das águas dos reservatórios, e ou quaisquer outros corpos hídricos de uso coletivo.

Cabe também destacar, nesse contexto, que, a desinformação sobre a qualidade da água, bem como a falta da consciência da importância do tratamento e conservação das águas dos reservatórios, contribuem para a contaminação das águas armazenadas, facilitando dessa forma, a aquisição de doenças em virtude do consumo das águas represadas (PEREIRA, 2015; SCURACCHIO, 2010).

## 7.2- Análise da qualidade da água dos reservatórios

### 7.2.1- Físico-química

Durante o período de análise, foi constatado um valor elevado do Potencial Hidrogeniônico (pH), apresentando média geral de 9,625 para o reservatório Tanque 01, sendo o maior valor aferido 9,9 e o menor 9,4 neste reservatório. No reservatório Tanque 02, a média foi de 9,316, apresentando o maior valor de ordem 9,6 e o menor 9,2 (tabela 4).

Tabela 4: Resultados das análises físico-químicas nos tanques

Parâmetro analisado	Tanque 1	Tanque 2
pH	9,6	9,3
Condutividade elétrica	254 $\mu\text{s/cm}$	463 $\mu\text{s/cm}$
STD	126,5 mg/L	251 mg/L
Cloro	0 mg/L	0 mg/L

Cabe ressaltar, que apesar dos valores da média para o reservatório Tanque 02 terem se aproximado do estabelecido pelo CONAMA, os valores individuais, analisados por pontos, apresentaram discrepâncias em relação aos estabelecidos por lei. Assim, esses dados não se adequa, em nenhum dos pontos analisados, em ambos os reservatórios, ao qual o valor máximo permitido (VMP) está disposto na legislação. Valores extremos de pH prejudicam o crescimento e a reprodução dos peixes, além de provocar graves escamações na pele de pessoas que utilizam essa água na recreação (ANDRADE et al, 2017).

Desse modo, com base nas análises e nos cálculos estatísticos, os teores de pH do presente estudo estão em desconformidade, com os padrões permitidos pelo CONAMA nº

357/05, para águas doces classes I, II, III e IV, que aceita valores entre a faixa de 6,0 a 9,0 para o Potencial Hidrogeniônico (BRASIL-CONAMA, 2005).

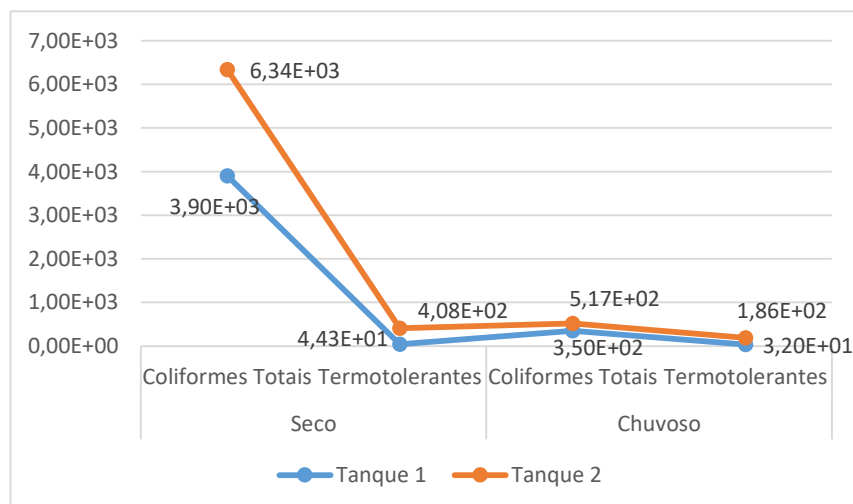
Os valores dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), apresentaram-se dentro do valor permitido pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, de até 500 mg/L. O tanque 1 apresentou média de 126,5 mg/L, bem como 251 mg/L no tanque 02. Esse parâmetro juntamente com a condutividade elétrica, indicaram a quantidade de sais dissolvidos na água. Como as recargas desses tanques são feitas exclusivamente por precipitação, os resultados encontrados nessa pesquisa elucidam a presença de sais oriundos da lixiviação da rocha, bem como pela entrada de matéria orgânica, proveniente das residências e bairros próximos, devido a declividade do terreno.

A condutividade elétrica (CE) não possui limite estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, no entanto, a mesma pode auxiliar na identificação de fontes poluidoras. No tanque 1 a CE apresentou média de 254  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto no tanque 2 463,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . De acordo com Ayers e Westcot (1976), as águas que apresentam condutividade elétrica menor que 700  $\mu\text{S cm}^{-1}$  podem ser utilizadas para irrigação sem nenhuma restrição de uso, sendo assim, os resultados dessa pesquisa estão dentro do estabelecido, podendo ser utilizada para irrigação. Concentrações elevadas desse parâmetro em águas naturais podem indicar uma possível contaminação do meio aquático por efluentes industriais (ANDRADE, et al, 2018).

### 7.2.2- Análise microbiológica

Os resultados obtidos com base nas análises microbiológicas nos reservatórios, apontaram a presença de bactérias nos reservatórios “Tanque 01” e “Tanque 02”, conforme a (Figura 9)

Figura 9: Resultados das análises bacteriológicas nos períodos de seca e chuvoso



Fonte: Santiago, 2018.

Os resultados observados indicam um crescimento exponencial do número de coliformes no período seco, em comparação com o período chuvoso. As médias de Coliformes totais observados no “Tanque 02”, apresentaram uma maior expressividade em ambos os períodos. A presença desses microrganismos são indicadores de higiene sanitária, sendo assim, a presença não caracteriza a possível contaminação, por material fecal.

A análise estatística realizada por meio da ANOVA, apresentou valor de  $p=0,14$ , isso significa, que não houve variação significativa entre as médias de coliformes totais, mesmo no períodos de estiagem e chuva. Cabral (2016), em seu trabalho constatou a existência de uma quantidade significativa de Coliformes totais, na ordem de  $2,022 \times 10^3$  para 100 mg/L, resultados esses que corroboram com essa pesquisa.

O aumento significativo do quantitativo de colônias de bactérias do tipo coliformes, pode ser considerado como reflexo dos períodos de estiagem, característicos da porção Semiárida do Nordeste brasileiro. Esse processo pode ser expresso por vários fatores, dentre os quais podemos destacar: 1) a maior evaporação do corpo hídrico e por conseguinte uma maior concentração e floração dessas bactérias. 2) Nos períodos úmidos há a recarga hídrica do reservatório, decorrente do escoamento superficial, e portanto há maior diluição desses microrganismos. Assim sendo tem-se: ( $E > P = < \text{quant. de Coliformes}$ ).

A presença de Coliformes termotolerantes nessas águas indicam a presença de material fecal, seja ele de origem humana ou animal. Sendo assim a (Figura 9), expressa os resultados encontrados, de modo que durante o período de estiagem o número de bactérias foi superior ao período chuvoso. Segundo Andrade (2017), o número de bactérias tende a aumentar no período de seca devido a evaporação, bem como a entrada de efluentes nos corpos hídricos. A entrada de sedimentos nessas águas pode estar atrelada à proximidade com as residências, a falta de rede de esgoto, presença de fossas que por sua vez podem infiltrar o material, bem como a própria declividade do terreno que arrasta diversos sedimentos para dentro dos tanques durante as chuvas.

A análise de dados estatísticos realizada por meio da ANOVA apresentou valor de  $p=0,57$ , isso significa que não houve variação significativa entre as médias de Coliformes termotolerantes mesmo em períodos sazonais diferentes. Cabral (2016), encontrou resultados de *Escherichia Coli*, na ordem de  $0,066 \times 10^3$  para 100 mg/L de água.

A Resolução nº 357 do CONAMA estabelece valor máximo de  $1.00E+03$  NMP para irrigação de parques públicos e jardins, para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 Coliformes termotolerantes. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 Coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80%

ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral.

Por se tratarem de águas armazenadas em tanques de pedra, com recarga natural (precipitação) sua classificação segundo o CONAMA seria doce, classe I ou II, no entanto as ações antrópicas locais modificam as características do meio, alterando os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Desse modo com base nos resultados apresentados esse meio aquoso é classificado como água doce, classe 3.

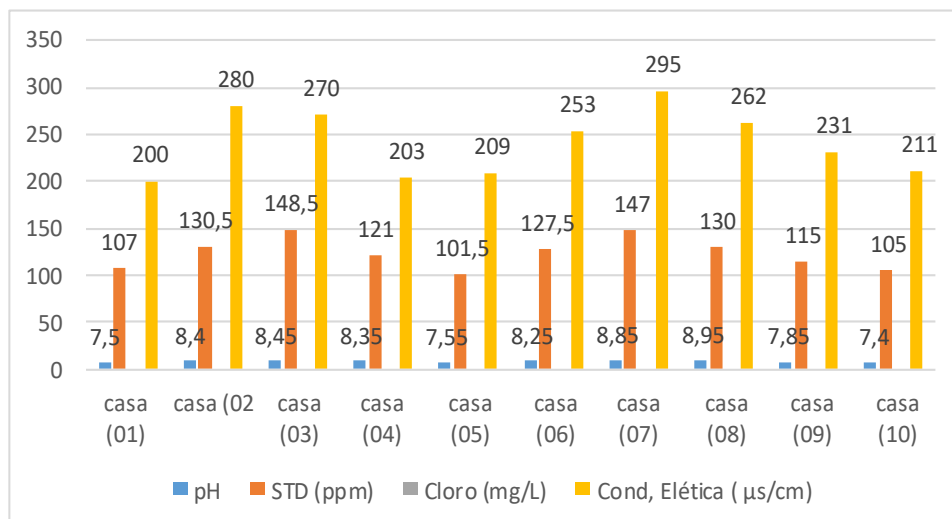
Sendo assim o CONAMA recomenda o uso dessas águas para: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; à dessedentação de animais (CONAMA, 2011, ANDRADE, 2017).

### 7.3- Análise da qualidade da água nas residências

#### 7.3.1- Físico-química

O diagnóstico das águas dos reservatórios analisados nas residências, mediante o uso de aparelhos eletrônicos portáteis, apresentaram, com exceção do Cloro total, nas análises dos parâmetros físico-químicos: pH, STD, Condutividade elétrica, valores condizentes com os estabelecidos na legislação de potabilidade de água (figura 10).

Figura 10: Resultado das análises físico-químicas dos reservatórios domiciliares



Fonte: Santiago, 2018.

De acordo com a figura 10 o pH apresentou média de 8,15, com valor máximo de 8,95 e mínimo de 7,4 estando dentro do estabelecido pela portaria nº 2914, para águas de consumo

humano entre 6,0 a 9,5. Do ponto de vista químico, a medida do pH é um dos testes mais importantes para a caracterização físico-química da água e é utilizado praticamente em todas as fases do tratamento destinado à potabilidade da água. (VILLELA, 2010; BORTOLI, 2016).

Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) apresentaram média de 123,3 mg/l, com valor máximo de 148,5 mg/L e mínimo de 105 mg/L, onde o valor máximo permissível pela legislação é de 1000 mg/l. Esse parâmetro também se encontra dentro dos padrões de potabilidade apesar dessas águas não passarem por nenhum tratamento preliminar.

A Condutividade Elétrica (CE) apresentou média de 241,4  $\mu\text{s/cm}$ . Esta não possui um limite estabelecido por essa portaria, no entanto ela pode auxiliar na identificação de fontes poluidoras (ESTEVES, 1988). De acordo com Libânio (2005) água que recebe efluentes domésticos e industriais podendo atingir 1000  $\mu\text{S/cm}$  de condutividade elétrica, o valor apresentado está dentro dessa margem. A CE aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

A análise de cloro total foi realizada *in loco* através do método colorimétrico conforme ilustrado na (figura 11). De acordo com os dados aferidos, todas as amostras realizadas, apresentaram resultados iguais a 0 (zero). Salientamos, que a Portaria Portaria nº 2.914/11, que versa acerca da potabilidade de água para consumo humano, recomenda a quantidade de 2,0 mg/l de cloro residual livre para o tratamento de água potável. Cabe destacar ainda, nesse contexto, a importância do tratamento de água, no que diz respeito à desinfecção ou mesmo a eliminação de bactérias e protozoários que podem ser transmitidos aos seres humanos, pelo contato ou ingestão de águas contaminadas, disseminando as chamadas doenças por veiculação hídrica (VILLELA, 2010; VIEIRA, 2016).

Figura (11): Análise de cloro nas residências.



Fonte: Moura; 2018.

### 7.3.2- Microbiológica

Apesar do enquadramento de alguns parâmetros físico-químicos aos padrões de potabilidade, as análises microbiológicas realizadas nas residências, apresentaram irregularidade quanto ao padrão de potabilidade (tabela 5). A água potável deve ser ausente de Coliformes totais, Coliformes termotolerantes e/ou *Escherichia coli*, ou seja, essa água não pode ser utilizada para consumo sem antes passar por um tratamento que possibilite sua utilização sem causar danos à saúde.

Tabela 5: Resultado das análises microbiológicas nas residências

Casas	Coliformes totais	Coliformes termotolerantes
Casa 1	8,00E+04	2,00E+03
Casa 2	9,00E+04	1,00E+03
Casa 3	7,50E+04	3,00E+03
Casa 4	7,45E+04	2,00E+03
Casa 5	8,00E+06	5,00E+04
Casa 6	8,50E+05	2,30E+03
Casa 7	8,00E+03	1,20E+02
Casa 8	4,56E+02	1,00E+02
Casa 9	1,00E+03	1,00E+01
Casa 10	1,00E+02	1,20E+01
<b>Média</b>	2,51E+04	5,37E+02
<b>Valor mínimo</b>	1,00E+02	1,00E+01
<b>Valor máximo</b>	8,00E+06	5,00E+04
<b>Desvio padrão</b>	2,50E+06	1,55E+04

Os Coliformes totais apresentaram média de 2,51E+04, de modo que a média de termotolerante foi de 5,37E+02 e um desvio padrão, respectivamente, de 2,50E+06 e 1,55E+02. Sendo assim essas águas não podem ser consumidas pela população sem passar por um tratamento como filtração e cloração. A presença de Coliformes totais nessas águas ressalta a importância desse grupo de bactérias como indicador de precárias condições higiênico-sanitárias.

Diniz (2016), ao relacionar a interferência das condições de abastecimento e armazenamento de água na saúde humana em Campina Grande-PB, apontou em seu estudo variações na distribuição espacial das doenças de veiculação hídrica, destacando-se os casos de dengue, leptospirose e hepatite tipo A.

A maior parte dos casos registrados, de acordo com o estudo realizado pela autora, situavam-se em bairros com pouca ou nenhuma condições de saneamento potenciando a situação de risco e vulnerabilidade às doenças por parte da população. Desse modo, as análises

realizadas durante a pesquisa nos reservatórios do Tanque do Araçá, apresentaram similaridades aos dados obtidos nos estudos desenvolvidos pela autora, considerando-se também que, a falta de informação acerca das formas de tratamento e armazenamento adequado das águas também são fatores que influenciaram nos resultados obtidos em ambas as pesquisas.

## 8- CONCLUSÕES

As análises microbiológicas realizadas nos reservatórios “TQ 01” e “TQ 02” apresentaram como resultados, altos níveis de Coliformes totais e termotolerantes, sendo classificada como água doce, classe 3. Podemos entender, então, que a proximidade das residências, assim como as variações sazonais, influenciaram diretamente nos resultados aferidos.

Os valores dos parâmetros físico-químicos, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), apresentaram-se dentro dos valores recomendados pela legislação vigente e a Resolução nº 357 do Conselho Nacional do meio Ambiente, em ambos os reservatórios. No entanto, os valores do Potencial Hidrogeniônico (pH), verificado durante o procedimento de análises, demonstraram estar fora do recomendado pela legislação.

As análises de Coliformes totais e Coliformes termotolerantes, nas residências, encontram-se em desconformidade com o estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, podendo-se concluir que a falta de limpeza dos reservatórios onde essas águas são armazenadas pode ser considerado o principal causador da proliferação desses organismos nas residências.

Os Parâmetros físico-químicos STD, condutividade elétrica e pH aferidos nas casas, demonstraram-se em conformidade com o Valor Máximo Permitido (VMP) Portaria nº 2.914/2011. Porém, entre os parâmetros físico-químicos, as análises de cloro total demonstraram a inexistência de tratamento das águas captadas dos reservatório, sendo estas iguais a zero (0), em ambas as campanhas. Desse modo pudemos constatar que o modo de armazenamento dessas águas ou mesmo a falta de limpeza e de tratamento das águas dos reservatórios de uso contínuo, influenciam de maneira expressiva nos dados obtidos em se tratando de coliformes.

Destarte, os dados aferidos mediante pesquisa, os quais apontam a presença significativa de ambas as classes de coliformes, possibilitam a afirmação de que haja um risco eminente para a saúde dos usuários das águas dos reservatórios, considerando-se o uso sem tratamento prévio das águas coletadas.

Assim, tendo em vista a importância socioeconômica desempenhada pelos reservatórios para a população local, reiteramos a importância do tratamento das águas como modo de isentar ou mitigar os riscos à população, ocasionados pelo uso ou consumo de águas impróprias.



## 9- REFERÊNCIAS

- AESA. **AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA**. Governo do Estado da Paraíba. João Pessoa-PB: AESA, 89p. 2006.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *Calidad del agua para la agricultura*. Roma: **FAO**.174p. 1976.
- ALVES, CÉLIA. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3. ed. Porto: Publindústria, 2010.
- ANDRIGHETTI, Y. *Nordeste, Mito e Realidade*. São Paulo: Moderna, 2000.
- ANDRADE, M. C. de O. **A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. Cortez editora, 2005.
- ANDRADE, M. C. *A terra e o homem no nordeste*. Contribuição ao estudo da questão agrária no nordeste. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1998.
- ANDRADE, L. R. S.; ARAÚJO, S. M. S.; ANDRADE, M. Z. S. S.; MEDEIROS, L. E. L. Degradação ambiental no Açude de Bodocongó na cidade de Campina Grande, Paraíba. **Revista Verde**. v. 13, n.1, p.74-83, jan.-mar., 2018.
- ANDRADE, L. R. S. Avaliação da qualidade das águas superficiais e seu reuso na irrigação de áreas verdes do campus sede da Universidade Federal de Campina Grande-PB. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia em Recursos Naturais. Campina Grande-PB. 2017.
- ANDRADE, L. R. S.; ANDRADE, M. Z. S. S.; ARAÚJO, S. M. S. Avaliação das condições Ambientais de balneabilidade do Rio São Francisco na ilha do Rodeadouro em Petrolina-PE. In: Recursos Naturais do Semiárido: estudos aplicados ambientais do semárido. Campina Grande, ADUFCG. 2017
- AOAC. **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY**. Official methods of analysis. 16.ed. Arlington: AOAC International. 1.025 p. 1995.
- APHA - American Public Health Association New York. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. Ed. New York, 1999.
- ARAÚJO, S. M. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**. v. 5 n. 5. 2011.
- BARCELLOS, Christovam et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.
- BRASIL, Atlas brasileiro de desastres naturais 1991-2010. Volume Paraíba. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis. UFSC, 2011.

BRASIL/MIN. Ministério da Integração Nacional. *Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro*. Brasília-DF: 2005.

BRASIL. Lei nº11.445/2007. *Marco Regulatório do Saneamento Básico*. Brasília – DF. MS, 2007.

BRASIL. **Portaria 2914 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 213p. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA : GEO BRASIL 2002 - Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Edições IBAMA, Brasília-DF, 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004, Coord.Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Ed do Ministério da Saúde, 2005. Brasília:DF

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de Dezembro de 2011. Brasília: 2011. Disponível em: Acesso em 19 de jan. 2018.

BECKER, C. T.; MELO, M. M. M. S.; COSTA, M. N. M.; RIBEIRO, R. E. P. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. n. 2. 2011.

BORTOLI, J. Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na Região do Vale do Taquari/RS. **Dissertação de mestrado**. Centro Universitário Univates, Programa de Pós-graduação *stricto sensu* mestrado em ambiente e desenvolvimento - Lajeado, fevereiro de 2016.

CARVALHO, C. P. O. **Manuel Correia de Andrade e a Economia Política do Nordeste**. Rev. Econ. NE, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 6-16, abril/jun., 2014.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**.2014. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf>> Acesso em: jul, 2018.

CPRM –SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>Acesso em: junho de 2018.

DIAS, A B & MEDEIROS, C. B. *Convivendo com a Seca e Adaptação*. Recife, 2014.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p. 1988.

FREITAS, V. P. S. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. *Revista Instituto Adolfo Lutz, Campinas*, v.61, n.1, p.51- 58, 2002.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F.C.; BANDEIRA, M.M.; MEDEIROS, R.M.; SILVA, M.J.; SILVA, J.V.N. 2013. Mapeamento pedoclimático da cultura da mamona no Estado da Paraíba. **Revista de Geografia**, V. 30, 132-145.

FAGUNDES, B. A Problemática da Água Como Representação Social: Um Estudo de caso com os Moradores do Bairro Alto da XV em Guarapuava – PR. Jundiaí, Paco Editorial: 2015. 148p.

FERREIRA, Rau. Pseud. Banabóé Cariá - Recortes de Historiografia do município de Esperança/PB. 1ª ed. – 224 págs. Ed. A União. Esperança – PB, 2015.

FREIRE, N. C. F. & PACHÊCO, A. P. Desertificação: análise e mapeamento – Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011. 93 p.

HELLER, L.; PÁDUA, Valter Lucio de. AbastBanaecimento de Água para Consumo. Ed. UFMG, Belo Horizonte-MG, 2006.

HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIÇÃO, Y.M.T.; BAEZ, J.; BARROS, V R.; MERLATO, M.A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V.J.; GRIMM, A.M.; KAROLY, D.; MARENGO, J.A.; MARINO, M.B.; MONCUNILL, D.F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J.L.; TREBEJO, I.; VICENT, L.A. **TRENDS In Total And Extreme South American Rainfall In 1960-2000 And Links With Sea Surface Temperature. Journal Of Climate**, V.19, P.1490-1512. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. *Malha digital dos Municípios do Brasil*. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2010.

LACERDA, F. F.; NOBRE, P.; SOBRAL, M. C.; LOPES, G. M. B.; CHAN, C. S. BRITO, E. Long term climate trends over Nordeste Brazil and Cape Verde. *J Earth Sci Clim Change*. 2015

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo,2005.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

LIMEIRA, E. A. **Influência dos fenômenos acoplados oceano-atmosfera sobre os Vórtices Ciclônicos de altos níveis observados no Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2014.

MACIEL, C. & PONTES, E. T. **Seca e convivência com o semiárido: adaptação ao meio e patrimonialização da caatinga no nordeste brasileiro**. Consequências Editora, 1. Ed. – Rio de Janeiro. 2015.

NODARI, Rubens Onofre; NODARI, Eunice Sueli; DE ANDRADE FRANCO, José Luiz. Uso e conservação da biodiversidade: as duas faces da moeda. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 5, n. 3, p. 11-16, 2016.

OLIVEIRA, A. M. Análise dos serviços ecossistêmicos em reservatórios da Região Nordeste Semiárida do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 1447-1458, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível em <https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/>. Acessado em: 20/03/2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Água para um mundo sustentável**. 2015. Disponível em: < <http://www.unesco.org/water/wwap> > acessado em: 25/06/2018.

PEREIRA, M. L. T; SOARES, M. P. A; SILVA, E. A. MONTENEGRO, A. A. A., SOUZA, W. M. Variabilidade climática no Agreste de Pernambuco e os desastres decorrentes dos extremos climáticos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, V. 02 N. 04) 394-402. (2017).

PEREIRA, Thaís Mara Souza; SILVA; LIMA, José Adailton. *Atuação do Poder Público na Gestão Hídrica: Estudo de caso no tanque do Araçá, Esperança-PB*. II Workshop Internacional, Campina Grande- Novembro de 2015.

SES/SP - Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. DOENÇAS RELACIONADAS À ÁGUA OU DE TRANSMISSÃO HÍDRICA - Perguntas e Respostas e Dados Estatísticos. Coordenadoria de Controle de Doenças - CCD, São Paulo. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=DOEN%C3%87AS+relacionadas>. Acesso em: dezembro de 2017.

SILVA, V.P.R.; CORREIA, A.A.; COELHO, M.S. **Análise de tendência das séries de precipitação pluvial do Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.1, p.111-114. 1998.

SILVA, C. M. S. E.; LÚCIO, P. S.; CONSTANTINO, M. H. **Distribuição Espacial da Precipitação sobre o Rio Grande do Norte: Estimativas via Satélites e medidas por Pluviômetros**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 27, n. 3, p. 337-346. 2012.

SCURACCHIO P. A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de são carlos - sp. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Araraquara, 2010 57 f.

SOUZA, M. M. & SANTOS, S. P. S. Água potável, água residuária e saneamento no Brasil e na Holanda no âmbito do Programa de Visitação Holandês – DVP: Dutch Visitors Programme. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.21, n.2. abr/jun 2016.

VILLELA, L. C.; CALDAS, V. T.; GAMBA, R. C. Análise Microbiológica em Águas Minerais envasadas em embalagens de 510 ml, comercializadas no Município de Santos – SP. **Revista Ceciliana**, São Paulo, p. 4-6, jun. 2010.

VON SPERLING, M. (2005) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Vol 1. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 452 p.