



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CAMPUS DE POMBAL - PB

YASMIM SOUSA E LIMA

**INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE MESÓFILOS,
STAPHYLOCOCCUS SPP E SALMONELLA SP NA ÁGUA DE
ABASTECIMENTO**

POMBAL - PB

2017

YASMIM SOUSA E LIMA

**INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE MESÓFILOS, STAPHYLOCOCCUS SPP E
SALMONELLA SP NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dr. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira

POMBAL - PB

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON
L732i

Lima, Yasmim Sousa e.

Investigação da presença de Mesófilos, Staphylococcus spp e Salmonella sp na água de abastecimento / Yasmim Sousa e Lima. – Pombal, 2017.

32f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Profª. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira

1. Abastecimento de água. 2. Análise da água. 3. Qualidade da água. 4. Microorganismos não convencionais. I. Oliveira, Andréa Maria Brandão Mendes de. II. Título.

UFCG/CCTA


CDU 628.1+579.68(043)

YASMIM SOUSA E LIMA


INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE MESÓFILOS, STHAPLHYLOCOCUS
SSP E SALMONELA SP NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Aprovado em 23 / 08 / 2017

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira
Orientadora – UFCG/Campus de Pombal – PB



Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca
Examinador Interno – UFCG/Campus de Pombal - PB



Msc. Sanduel Oliveira de Andrade
Examinador Externo – Servidor Público, Secretaria de Educação do Estado
da Paraíba

Pombal – PB

Agosto 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido que eu chegasse até aqui! Graças e louvores sejam dados ao nome d'Ele.

A minha família, em especial aos meus pais, Efraim Lima e Josélia Lima, que de tudo fizeram por mim, pelo esforço que fizeram pra me manter aqui, por cada palavra de conforto, por cada oração, como também as minhas irmãs Eduarda Sousa e Lima e Letícia Sousa e Lima.

A minha tia Paula Frassinete e sua família, por todo cuidado que teve comigo durante minha graduação. A eles, minha eterna gratidão.

As minhas amigas Rafaelle Vivyan, Rafaela Nobre, Jakelline Andrade, Valéria Cristina, Tamires Lima, Maiza Brito, por todo apoio, pela amizade, pelas palavras de conforto, por sempre estarem comigo, principalmente nos momentos que mais precisei.

As minhas amigas e colegas de graduação Célia Brito e Amanda Medeiros. Obrigada por tudo que fizeram por mim durante minha graduação. A vocês, meu muito obrigada! Levarei a amizade de vocês para sempre.

Ao meu namorado, João Demontines, por todo amor, apoio, cuidado e incentivo durante boa parte do meu curso.

Aos meus pais de graduação, Luiz Fernando e Andrea Brandão, pela confiança, apoio, incentivo e conhecimento compartilhado.

A minha banca composta por Sthelio Braga e Sanduel Andrade pelas sugestões para melhorar meu trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Geral.....	10
2.2. Específicos.....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1. Características da Água.....	11
3.1.1. Características Físicas	11
3.1.2. Características Químicas	12
3.1.3. Características Biológicas.....	13
4. METODOLOGIA.....	18
4.1 Localização da Área de Estudo	18
Fonte: Gomes <i>et. al</i> (2014).....	18
4.2 Coleta de Amostras.....	18
4.3 Transporte das Amostras	19
4.4 Determinação Microbiológica das amostras	19
4.5 Determinação Físico-Química das amostras	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5.1 Análises Físico-Químicas	23
5.2. Análise Microbiológica.....	27
6. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LIMA, Y. S e. **INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE MESÓFILOS, STAPLHYLOCOCCUS SPP E SALMONELLA SP NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO.** 2017. 32 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2017.

RESUMO

Torna-se cada vez mais necessário o monitoramento da qualidade da água fornecida a população, visto que a mesma é um elemento fundamental à vida e que através dela pode-se disseminar doenças, seja pelo seu consumo de forma direta, ou pela contaminação na lavagem de alimentos. Sabe-se que existe uma relação entre o consumo de água contaminada e a ocorrência de doenças causadas nos seres humanos. Portanto há necessidade do monitoramento da qualidade hídrica fornecida ao consumo humano a fim de prevenir a ocorrência de doenças causadas pela água e também de manter a sua qualidade, uma vez que é um produto usado pela população e que suas características microbiológicas estão associadas a saúde de seus consumidores. Em função no exposto, foi realizado um estudo no município de Pombal-PB para avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água. Amostras de água foram coletadas em diferentes bairros do município e organizadas em recipientes estéreis até o momento das análises. Observou-se que em alguns pontos houve uma quantidade acentuada de Mesófilos, Staplhylococcus e Salmonella, o que pode ser explicado pela resistência dos mesmos ao tratamento da água. Como também os parâmetros cor e turbidez excederam os valores exigidos pela legislação. Pode-se concluir que o sistema utilizado na Estação de Tratamento de Água da cidade de Pombal, tem sido eficiente na eliminação de bactérias patogênicas e indesejáveis previstos na legislação vigente.

Palavras-Chaves: Análise da água. Microrganismos não convencionais. Qualidade da água.

LIMA, Y. S e. **INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE MESÓFILOS, STAPHYLOCOCCUS SPP E SALLMONELA SP NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO.** 2017. 32 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2017.

ABSTRACT

It is becoming increasingly necessary to monitor the quality of water, since it is a fundamental element to life and through it can be spread diseases, either by their consumption directly or by contamination in the washing of food. We know that there is a relationship between the consumption of contaminated water and the occurrence of diseases caused in humans, so monitoring is necessary to prevent the occurrence of water-borne diseases and also to maintain their quality, since it is a Product used by the population and that its microbiological characteristics are associated with the health of its consumers. As a result of this, the analysis of the quality of the water supply was carried out in the city of Pombal-PB where water samples were collected in different neighborhoods, and thus, their physicochemical and microbiological characteristics were evaluated to verify if it is found For human consumption. It was observed that in some points there was a marked amount of the unconventional microorganisms under study, which can be explained by their resistance to water treatment. As well as some parameters such as color and turbidity exceeded the values required by the legislation. It can be concluded that the system used in the Water Treatment Station of the city of Pombal has been efficient in eliminating pathogenic and undesirable bacteria provided for in current legislation.

Key Words: Nonconventional microorganism. Water analysis. . Water quality.

1. INTRODUÇÃO

Há uma intrínseca relação entre a existência do consumo de água contaminada e a ocorrência de doenças humanas, tornando-se necessário o constante monitoramento microbiológico da água como forma de se assegurar sua qualidade e precaução quanto ao seu uso, visto que é um produto de consumo intensivo e extensivo pela população e cujas características microbiológicas estão associadas à saúde dos consumidores.

A atenção especial à qualidade da água para consumo humano integra as ações de vigilância em saúde ambiental. O conceito de “vigilância em saúde” pode ser entendido como o acompanhamento sistemático de eventos adversos à saúde, com o propósito de aprimorar as medidas de controle, incluindo em sua aplicação a coleta sistemática da informação, a análise dos dados e a divulgação das informações adequadamente analisadas. Conceitualmente e na prática, a vigilância em saúde ambiental procura integrar as ações de vigilância epidemiológica, sanitária e ambiental.

Cabe salientar que apesar de o monitoramento da qualidade da água constituir atividade fundamental, isto em si não basta para a garantia da qualidade da água para consumo humano. Assim, as atividades de inspeção sanitária ganham importância como instrumentos de avaliação e gerenciamento de riscos, além de implementarem as boas práticas.

Não há um padrão microbiológico na legislação brasileira em vigor para bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras (BRASIL, 2001). A American Public Health Association (APHA) sugere um padrão de até 10^4 UFC.mL⁻¹ para estes agentes (MASSAGUER, 2006). Os bolores e leveduras são responsáveis pela deterioração de sucos de frutas, alimentos congelados, desidratados e em conserva, quando armazenados em condições inadequadas. Seu crescimento é favorecido pelo meio de baixa acidez e alta atividade de água (FRANCO; LANDGRAF, 2003). Os bolores são importantes agentes fitopatogênicos o que podem comprometer de forma significativa a qualidade dos produtos derivados destas matérias-primas (FRANCO; LANDGRAF, 2003; SANTOS; RIBEIRO, 2006).

No passado, a qualidade microbiológica da água era correlacionada com os riscos de adquirir doenças gastrointestinais. Os trabalhos mais recentes sugerem que estas doenças estão mais fortemente associadas com a presença de

Enterococos que de *E. coli* (BARREL et al., 2000). A contagem padrão de bactérias mesófilas é amplamente utilizada como indicador da qualidade higiênica dos alimentos e da água, e são constituídas por espécies de *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* e *Streptococcus*. Esses microrganismos são detectados por propagação em meios não seletivos, ricos em nutrientes, que permitam a multiplicação de uma ampla faixa de microrganismos (DOMINGUES et al., 2007). Microrganismos aeróbios mesófilos são genericamente definidos como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, apresentando crescimento ótimo ente 20°C e 45°C.

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas é utilizada para indicar qualidade sanitária dos alimentos e das águas, onde um elevado número destes microrganismos é indicador de insalubridade, mesmo que os patógenos estejam ausentes e que não tenham ocorrido alterações nas condições sensoriais tanto do alimento como da água. Todas as bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas. No entanto, um número elevado de mesófilos que crescem à temperatura ambiente significa que houve condições para que estes patógenos se multiplicassem (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

Os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano estão estabelecidos na Portaria MS no 2914/11.

A evolução ao longo de anos das portarias sobre potabilidade de água tem sido um exemplo a ser seguido por outras legislações. A cada revisão deste instrumento legal, tem se notado a grande preocupação do Ministério da Saúde e do setor do saneamento em inovar e aprimorar tanto o processo participativo de revisão como as exigências a serem apresentadas.

Vale ressaltar que apesar de haver uma previsão para o atendimento de algumas das novas exigências prescritas, para muitas outras que também requererem adequações, não houve, no corpo desta portaria que possui vigência prevista para cinco anos, prazo discriminado para o devido cumprimento.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Investigar a presença de Mesófilos, Staphylococcus SPP e Salmonella SP na água de abastecimento na Cidade de Pombal – PB.

2.2. Específicos

- Avaliar as características microbiológicas das amostras;
- Avaliar a qualidade físico-química (temperatura, pressão, pH, cor, turbidez) da qualidade da água como forma de corroborar com os dados;
- Verificar se as amostras de água encontram-se dentro dos padrões exigidos pela PORTARIA 2914/11.
- Análise crítica e Proposta de adequações na legislação em vigor.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Características da Água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas as quais traduzem uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das mencionadas capacidades de dissolução de ampla gama de substâncias e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2010).

3.1.1. Características Físicas

As características físicas das águas de abastecimento encerram comumente o impacto de imediato ao consumidor, podendo, com alguma frequência, concorrer para recusa da água distribuída pela concessionária. Quando tal se sucede, a opção de abastecimento recai para fonte alternativa, não necessariamente segura. Esta percepção imediata abarca os sentidos da visão (turbidez e cor), paladar e olfato (sabor e cor).

3.1.1.1. Temperatura

A temperatura na água pode inferir na etapa de coagulação presente em quase todas as tecnologias de tratamento, pois realiza-se de forma menos exitosas a baixas temperaturas (LIBÂNIO, 2010). A temperatura não irá representar riscos a saúde de seus consumidores, em relação a água distribuída. Porém, a dissolução pode conferir gosto a água, então, existe uma baixa aceitação de uma água mais quente (PÁDUA E FERREIRA, 2006).

3.1.1.2. Cor

A cor das águas naturais, representada pela parte dissolvida da matéria orgânica na água, em geral é originada pela existência de compostos orgânicos,

oriundos da decomposição de matéria orgânica animal e vegetal, sendo denominados de substâncias húmicas. Também pode ser resultado da presença de ferro e manganês, como também de despejos industriais. Pode ser classificada como cor aparente, que representa a cor causada por matéria dissolvida mais a parcela em suspensão, e cor verdadeira, representada somente pela matéria dissolvida (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010; VIANNA, 1992).

A cor não é apenas um fator estético. É considerada também um parâmetro de controle da formação de subprodutos. A cor como parâmetro de qualidade de água, ganhou mais importância no início da década de 1970, quando houve confirmação da perspectiva de formação de produtos potencialmente cancerígenos, como os THMs, que são resultado da cloração de águas coloridas com destino ao abastecimento (LIBÂNIO, 2010).

3.1.1.3. Turbidez

A turbidez corresponde à concentração de matéria suspensa e coloidal presentes na água, podendo ser representada por fragmentos de argila, areia, silte, plânctons, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica. A determinação da turbidez obteve primazia como parâmetro de monitoramento do afluente e efluente, em quase todas as estações de tratamento de água, por ser simples e rápido de se determinar, como também, um menor custo em seu equipamento, comparado com a determinação de sólidos suspensos e contagem de partículas (LIBÂNIO, 2010).

A turbidez, além de ser um parâmetro estético, é também um parâmetro sanitário. A remoção de turbidez é essencial para se adquirir uma alta capacidade de desinfecção, visto que os microrganismos utilizam as partículas suspensas como escudo contra os agentes desinfetantes, o chamado efeito escudo (CITAR O TRABALHO).

3.1.2. Características Químicas

Compreende os seguintes parâmetros: pH, acidez, alcalinidade, ferro, manganês, fluoretos, nitratos, nitritos, metais pesados, cloretos, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO),

sulfato, fosfatos, dentre outros. Aqui será citado o mais pertinentes para o presente trabalho.

3.1.2.1 pH

O pH, potencial hidrogeniônico, traduz a acidez ou alcalinidade da água, representada pela concentração de íons H^+ dissolvidos na água. Pode ser considerado o parâmetro de maior periodicidade de monitoramento nas estações de tratamento de água, pois, interfere em diversos processos e operações unitárias ligados a potabilização, que vai da aplicação dos coagulantes ao processo de desinfecção química. Além disso, o controle de pH na saída do tratamento tem a finalidade de conservar as redes de distribuição contra corrosões ou incrustações (LIBÂNIO, 2010).

3.1.3. Características Biológicas

As características biológicas das águas naturais referem-se aos diversos microrganismos que habitam o ambiente aquático. Sua relevância manifesta-se na possibilidade de transmitir doenças e na transformação da matéria orgânica dentro dos ciclos biogeoquímicos de diversos elementos como o nitrogênio. Dentre elas, destacam-se:

3.1.3.1. Bactérias

Grande parte das doenças associadas à água é transmitida por patógenos de origem fecal. Para o controle da qualidade da água, visando reduzir a transmissão dos mesmos, consiste no emprego de organismos indicadores, visto que o monitoramento individual de microrganismos patógenos, seria uma tarefa impraticável (LIBÂNIO, 2010).

O microrganismo mais utilizado como indicador é uma espécie do grupo coliformes termotolerantes, a *Escherichia coli* (E. coli), sendo esta basicamente de origem fecal, onde dificilmente se desenvolvem em ambientes naturais não poluídos (LIBÂNIO, 2010). O monitoramento de coliformes totais também tem como objetivo

principal de analisar a eficiência da desinfecção e integridade do sistema de distribuição de água (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010).

Outras bactérias também podem ser utilizadas para controlar a qualidade da água, como as bactérias heterotróficas. Uma crescente presença das mesmas na água, impede o desenvolvimento de coliformes, gerando resultados falso-negativos (PÁDUA E FERREIRA, 2006).

3.1.3.2. *Salmonella SPP*

Salmonella é a denominação de um gênero de endobactérias que compreende duas espécies distintas: *S. bongori* e *S. entérica*, sendo que a última possui seis subespécies. O gênero inclui cerca de 2.324 linhagens (sorovares ou sorotipos). São bastonetes curtos (de 1 a 2 μm), Gram-negativos, anaeróbicos facultativos, móveis em sua maioria (possuem flagelos peritricos) e não produzem esporos.

As diferentes *Salmonella* não resistem ao pH de valor superior a 9,0 e inferior a 4,0 e não podem se multiplicar em temperaturas abaixo dos 5°C ou acima dos 47°C (embora os limites mínimo e máximo dependam da espécie ou subespécie). A temperatura ótima (ideal) para sua proliferação é de 38°C. São consideradas termossensíveis, podendo ser eliminadas a 60°C.

As espécies de *Salmonella* provocam infecções a partir da invasão de células da mucosa intestinal. Diferentes tipos de *Salmonella* geram diversas doenças: *S. typhi* é causadora de febre tifóide, os três tipos de *S. paratyphi* geram febres entéricas e o restante das salmonelas associa-se às enterocolites (inflamação do intestino delgado e cólon).

Doença exclusivamente humana, a febre tifóide é transmitida por água e alimentos – leite, mariscos, ovos e vegetais crus – que tiveram contato com fezes contaminadas.

Em vários países, inclusive no Brasil, as salmonelas são consideradas um dos microrganismos mais relevantes em termos de doenças alimentares. Elas estão amplamente distribuídas na natureza, tendo como reservatórios o trato intestinal de seres humanos e vários animais - principalmente aves.

Bovinos e suínos também podem ser acometidos pela doença e transmiti-la ao homem por meio dos produtos de origem animal.

As salmonelases podem ocorrer em indivíduos isolados ou em grandes surtos alimentares. O fato de a doença acometer o gado e outras criações animais pode gerar grandes prejuízos aos produtores.

3.1.3.3. STAPLYLOCOCCUS

São bactérias do tipo Gram-positivo que se multiplicam melhor em condições aeróbia, embora também possam se comportar como anaeróbias. A temperatura para reprodução de *S. aureus* pode ir de 7°C a 47,8°C. Assim, os surtos de DVA causados por essas bactérias normalmente relacionadas a alimentos que permaneceram nessa temperatura por tempo suficiente para a proliferação, considerando uma dose infectiva de 10⁶ necessária à produção da toxina de alimento.

S. aureus é uma das mais resistentes bactérias causadoras de doenças e pode sobreviver por muito tempo em condições adversas, o que facilita sua proliferação em alimentos. Além disso, a bactéria é resistente a quimioterápicos e metais pesados. Porém, apesar da resistência, ela dificilmente consegue se multiplicar na presença de outros microrganismos, e, por isso, seus surtos estão mais associados a alimentos que passam por tratamento térmico (ou seja, tiveram sua microbiota eliminada) e foram mais tarde contaminados por mãos utensílios mal higienizados.

S. aureus é uma das principais causas de gastroenterite alimentar em todo o mundo. Entre as toxinas produzidas por essas bactérias, as enterotoxinas são as mais importantes quando se trata de doenças alimentares. Na toxiose por *S. aureus*, o consumidor ingere a enterotoxina pré-formada no alimento.

A doença não é fatal, a menos que o paciente já tenha um estado de saúde debilitado. Porém, o quadro de desidratação pode requerer internação hospitalar.

A bactéria faz parte da microbiota normal das mucosas – sobretudo nariz e garganta – e da pele. Por isso, a disseminação pode se dar pelo contato de fragmentos de pele ou secreções respiratórias com os alimentos, durante o manuseio, ou, indiretamente por equipamentos e utensílios usados no preparo. Animais também pode ser uma fonte de contaminação por *S. aureus*, especialmente o leite retirado de animais com mastite.

3.1.3.4. Mesófilos

As bactérias mesófilas constituem um grupo capaz de se multiplicar entre 10°C e 45°C, sendo a temperatura ideal em torno de 30°C. Esse grupo é importante porque inclui a maioria dos contaminantes dos alimentos de origem animal, podendo atingir altas contagens quando o alimento é mantido à temperatura ambiente. Segundo ICMS o número de microrganismos aeróbios mesófilos encontrados em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos mais comumente utilizados, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os processos de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. Esta determinação permite também obter informação sobre a alteração incipiente dos alimentos, sua provável vida útil, a falta de controle no descongelamento dos alimentos ou desvios na temperatura de refrigeração estabelecida (SILVA, 2002).

3.1.3.5. Vírus

Os vírus são microorganismos patogênicos e alguns se desenvolvem no trato intestinal (denominados vírus entéricos) de animais de sangue quente. A sua utilização como microorganismo indicador é inviável, pois a quantidade de vírus entéricos na água é muito pequena (LIBÂNIO, 2010).

3.1.3.6. Protozoários

A *Giardia* e *Cryptosporidium* são os dois principais protozoários transmissores de doenças de veiculação hídrica e se apresentam na forma de cistos e oocistos, respectivamente, isso explica seu domínio em diferentes ambientes, dificultando o controle nos mananciais voltados para o abastecimento. Apresentam resistência a ação de desinfetantes, principalmente o cloro, cujo mecanismo de inativação consiste na ruptura/oxidação da parede celular dos microrganismos (LIMÂNIO, 2010).

3.1.3.7. Algas e Cianobactérias

O crescimento de algas e cianobactérias no manancial, acarreta diversos problemas para o tratamento, como por exemplo o aumento do consumo de produto químico, a redução da sedimentabilidade dos flocos, que por conseguinte serão carregados para os filtros, proporcionando menores carreiras de filtração, elevação da demanda de cloro na desinfecção, além do aumento da possibilidade de formação de trihalometanos (THM) (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010).

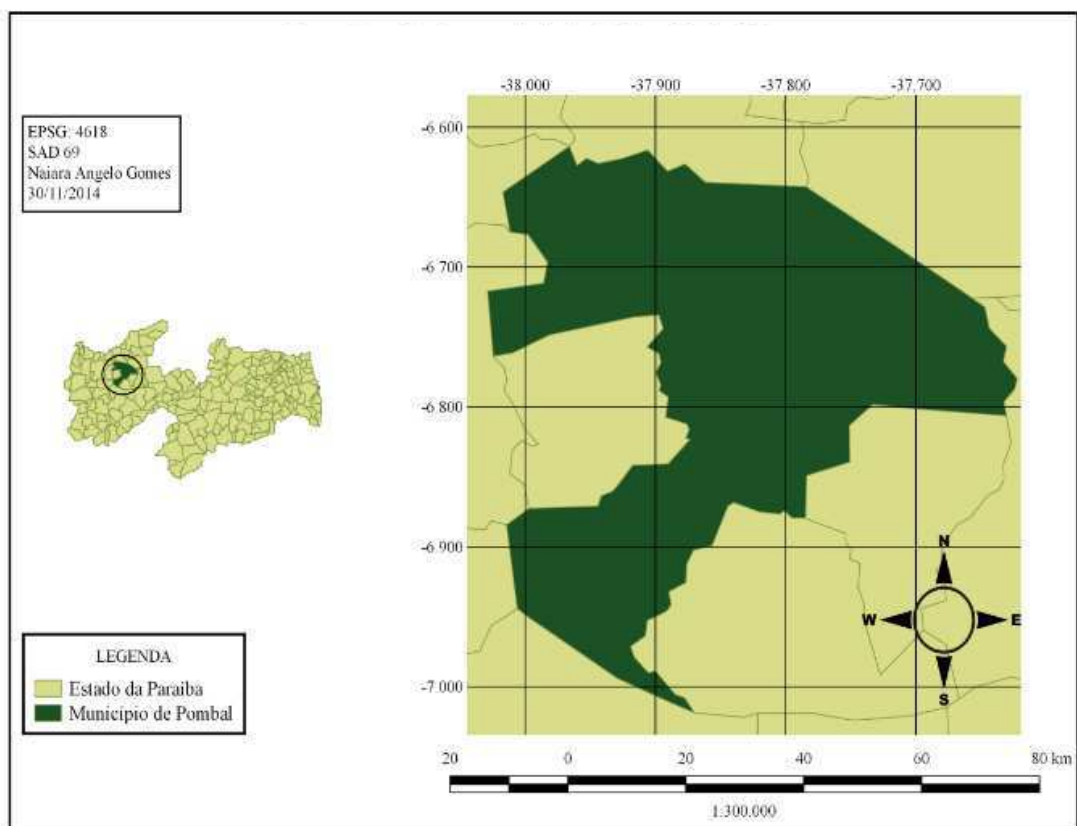
A liberação de cianotoxinas por parte destes organismos pode ocorrer de forma natural correspondente à mudança de fatores ambientais em seu habitat. Os principais grupos tóxicos das cianotoxinas são: microchystina, nodularina, anatoxina-a, anatoxina-a(S), alysiatoxina, cylindrospermopsina, lyngbyatoxina-a, saxitoxina e lipopolysccharides (BERNARDO e PAZ, 2010).

4. METODOLOGIA

4.1 Localização da Área de Estudo

Segundo o IBGE (2010), Pombal (Figura) é um dos 223 municípios da Paraíba, localizado no sertão do Estado com uma área equivalente a 889,491 km². Possui uma população de 32.110 habitantes, e bioma caracterizado como caatinga.

Figura 1 - Localização do município de Pombal no Estado da Paraíba



Fonte: Gomes *et. al* (2014)

4.2 Coleta de Amostras

As amostras de água foram coletadas em 5 bairros distintos, em recipientes estéreis em 27 residências da cidade de Pombal-PB. A princípio, seriam coletadas as amostras de 47 residências, porém, houve bairros em que não houve o fornecimento de água, impossibilitando nosso trabalho. Foram realizadas 4 coletas entre os meses de Março a Maio de 2016, com um intervalo de tempo de 10 dias, entre os horário de 06:30h às 11:00h.

4.3 Transporte das Amostras

As amostras coletadas foram transportadas para o Laboratório de Análise de Água do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, em caixas térmicas com gelo a fim de manter uma temperatura média interna de 3 a 6°C para não ocorrer alteração nas características físico-químicas e microbiológicas existentes.

4.4 Determinação Microbiológica das amostras

4.4.1. Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes (APHA, 1998).

- Teste presuntivo:

Com uma pipeta adicionou-se 10 mL da amostra em 10 tubos contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), em concentração dupla e com tubos de Durhan (de fermentação) invertidos. Os tubos foram incubados a 35 °C, em estufa bacteriológica, onde as leituras foram realizadas após 24 horas, observando se houve desenvolvimento microbiano, caracterizado pela turvação do meio, com a produção de gás no interior dos tubos de fermentação. A partir dos tubos, que apresentem resultados positivos, prosseguiu-se para a etapa de confirmação de coliformes totais e termotolerantes.

- Teste confirmativo:

Para coliformes totais das alíquotas dos tubos positivos de Lauril Sulfato Triptose (LST), da prova presuntiva, transferiu-se amostras com uma alça de níquel cromo com 3 mm de diâmetro, para tubos de ensaio contendo Caldo Lactosado Verde Bile Brilhante (CVBB) a 2% com tubos de Durhan invertidos e incubados a 35 ± 0,5° °C por 48 horas. Após o período, os que se apresentaram positivos, mediante a turvação com produção de gás, (fermentação da lactose), foram considerados

confirmativos para a presença de bactérias coliformes totais. Os números de tubos (BVB) com forma serão anotados e determinado o Numero Mais Provável (NMP) de coliformes totais/100 mL de água, em uma tabela apropriada às diluições inoculadas. O Caldo Bile Verde Brilhante 2% apresenta em sua composição bile bovina e um corante derivado do trifenilmetano (verde brilhante), responsável pela inibição dos microrganismos gram- positivos (APHA, 1998).

- Teste confirmativo para coliformes termotolerantes:

Com uma alça de níquel, foi transferida uma porção da cultura, a partir dos tubos que apresentaram resultados positivos de LST (Caldo Lauril Sulfato Triptose) na prova presuntiva, para tubos de ensaio contendo Caldo *Escherichia coli* (EC), com tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados em banho-maria a $44,5 \pm 0,5$ °C, por 24 horas. Também foram considerados positivos os tubos que evidenciaram produção de gás, com desenvolvimento microbiano, confirmativos para coliformes termotolerantes. Os números de tubos de EC positivos determinaram o Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes/100 mL. O caldo *Escherichia coli* (EC) apresenta em sua composição uma mistura de fosfatos, que lhe confere uma ação tamponante, impedindo a sua acidificação, em que a seletividade do meio se deve à presença de sais biliares, responsáveis pela inibição dos microrganismos gram-positivos (APHA, 1998).

4.4.2. *Determinação de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis (APHA, 1998).*

A contagem de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis foi realizada pela técnica de plaqueamento em profundidade "Pour Plate Method", onde foram realizadas diluições decimais seriadas de 10^{-1} a 10^{-6} das amostras, empregando-se como diluente a água peptonada a 0,1% esterilizada. Em seguida, transferiu-se 1 mL de cada diluição (de modo a permitir a contagem mínima estabelecida no padrão bacteriológico) para placas de Petri vazias e esterilizadas,

utilizando-se duas placas para cada diluição, às quais foram adicionadas cerca de 25 mL de Ágar Contagem Padrão (Plate Count Agar), previamente fundido e aquecido a 43-45 °C, realizando movimentos delicados em forma de oito com a placa fechada sobre a bancada. Após a homogeneização e solidificação, inverteu-se as placas para evitar a água de condensação na superfície do ágar e incubadas em estufa bacteriológica a 35 °C por 48 horas. A contagem das colônias foi efetuada com o auxílio de um contador de colônias equipado com uma placa de vidro, com capacidade para aumento de 1 a 2 vezes, possuindo um sistema eletrônico de registro das contagens. A média do número de colônias contadas nas placas foi multiplicada pelo fator de diluição correspondente e o resultado expresso em Unidades Formadoras de Colônia por mL de amostra (UFC. mL⁻¹).

4.4.3. *Determinação de estafilococos coagulase positiva e espécies de Staphylococcus*

O número de estafilococos coagulase positiva foi determinado utilizando-se ágar Baird-Parker (37 °C/48 horas). O número da raiz quadrada do número de colônias típicas e atípicas formadas nas placas foi utilizado para a coleta de colônias que foram transferidas para caldo Brain Heart Infusion (BHI), sendo incubadas a 37 °C/24-48 horas. A cultura foi purificada empregando-se ágar TSA (37 °C/24-48 horas) e transferida para ágar Simples Fosfatado (37 °C/24-48 horas). Após esta etapa, os isolados foram mantidos em temperatura ambiente para posterior identificação por meio de coloração de Gram, oxidase, catalase, coagulase em plasma de coelho-EDTA, termonuclease (DNase) e testes bioquímicos complementares.

4.4.4. *Pesquisa de bactérias do gênero Salmonella*

Após homogeneização a água foi vertida em um tanque de pressão em aço inoxidável (marca Millipore) com capacidade de 5 litros, esterilizado a 115°C por 20 min, conectado a uma bomba de pressão e vácuo. Fechou-se o recipiente e procede-se à filtração a uma pressão de 1 kgf/cm² através de uma membrana filtrante estéril, com diâmetro de 142mm e porosidade de 0,45µm, colocada no porta

filtro (Millipore). Finalizada a operação de filtração, em condições assépticas a membrana retirada e cortada em duas partes iguais. Uma delas foi colocada em um Erlenmeyer contendo 250mL de meio de Rappaport modificado por Hoffer e incubado em estufa bacteriológica a 37°C por 48h, e a outra em um Erlenmeyer contendo 200 mL de caldo seletivo adicionado de novobiocina e incubado em banho-maria a 42,5°C por 48 h. A partir destas culturas de enriquecimento procede-se às passagens em placas de ágar MacConkey (Difco), ágar sulfito de bismuto (Difco), ágar verde brilhante (Difco) e ágar xilose-lisina-desoxicolato (Difco), seguida de incubação a 37°C, por 24h. Após a incubação, foram isoladas colônias suspeitas de salmonelas, as quais serão incubadas em ágar tríplice açúcar-ferro, seguida de incubação a 37°C, por 24h. Em seguida realizou-se as identificações bioquímicas, seguido Edwards e Ewing e sorológica através das provas de soro aglutinação rápida, empregando soros polivalentes O e H. As cepas com características de *Salmonella* foram posteriormente sorotipadas.

4.5 Determinação Físico-Química das amostras

As análises físico-químicas foram realizadas pelo procedimento de Standar, conforme a tabela abaixo

PARÂMETROS FÍSIO-QUÍMICOS	INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO
Temperatura	Termômetro
Pressão	Medidor de Pressão
pH	pHmetro (DIGIMED)
Cor	Colorímetro (PoliControl)
Turbidez	Turbidímetro (PoliControl)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

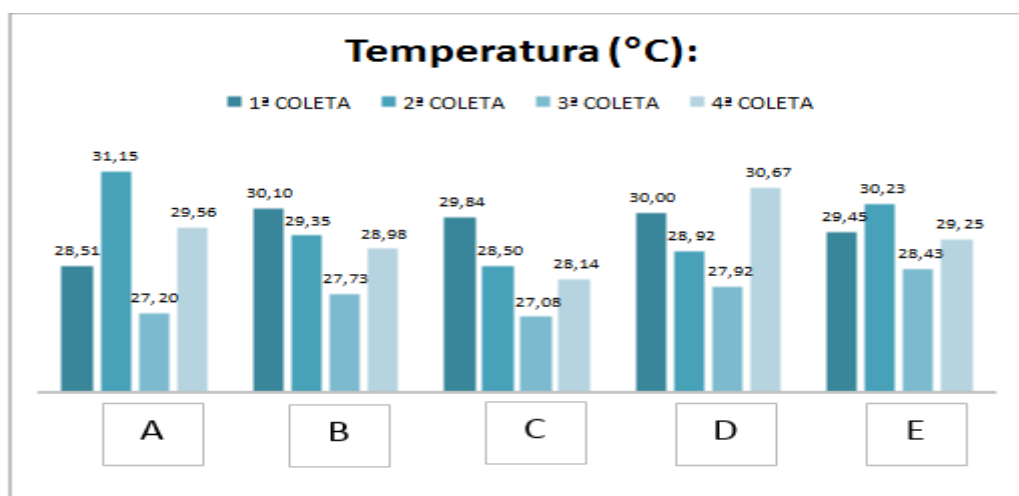
5.1 Análises Físico-Químicas

Conforme apresentado na figura 1, a temperatura mais alta (31,15 ° C) e a mais baixa (27,20 ° C) foram registradas a partir de água da torneira das respectivas residências. Nenhum local de coleta estava condicionado em caixas d'água. Os valores da temperatura das amostras podem ser atribuídas a locais de amostragem.

A alteração da temperatura pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). É um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da água potável. Isso afeta muitos fenômenos, incluindo a taxa de reações químicas no corpo de água, redução na solubilidade de gases e amplificações de sabores e cores da água.

O estudo da temperatura é um importante fator ecológico, segundo Von Sperling (2007), tanto pela influência que pode exercer sobre os vários tipos de organismos, como pela relação existente entre elas e o teor de gases desenvolvidos.

GRÁFICO 1: Temperatura das Amostras de Água Fornecida em Diferentes Bairros da Cidade de Pombal-PB

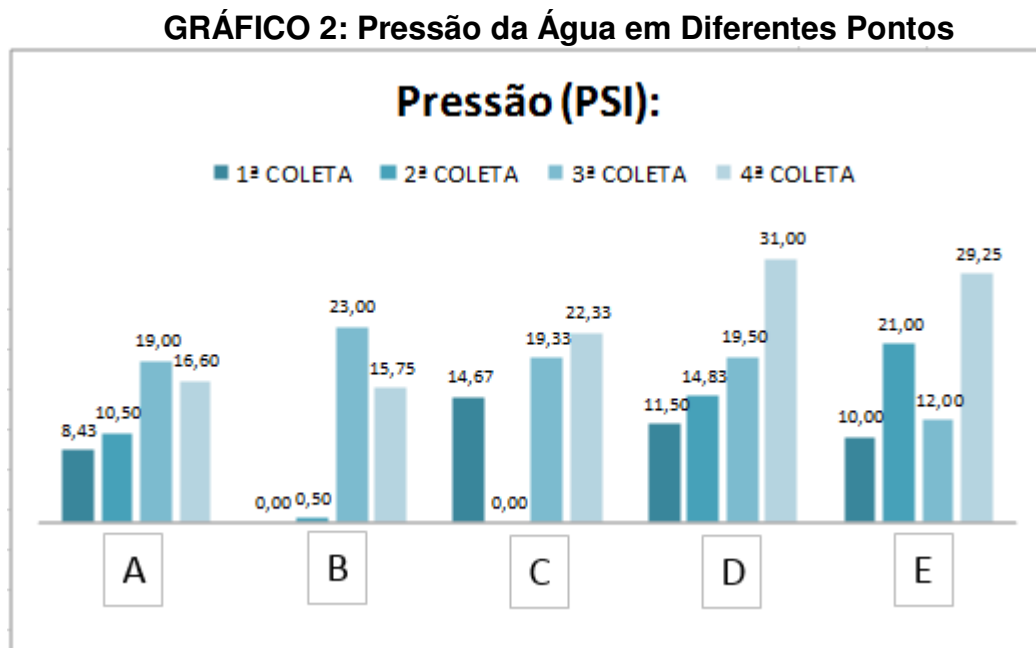


Fonte: Elaboração Própria (2017).

Na figura 2, nota-se que os bairros D e E apresentaram maior pressão. Isso é explicado pelo fato dos mesmos estarem localizados nas partes mais baixas da cidade.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ressalta que a pressão, no que diz respeito a distribuição de água para consumo humano, deve ser operada com pressão de 5 mca a 30 mca. Pressões abaixo de 5 mca podem causar insatisfação dos consumidores e acima de 30 mca podem causar a ruptura das tubulações.

Segundo a PORTARIA MS 2.914/11, a rede de distribuição de água para o consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão. Os valores apresentados na figura 2 mostram-se satisfatórios, pois em todos os bairros, a rede de distribuição foi operada com pressão positiva.



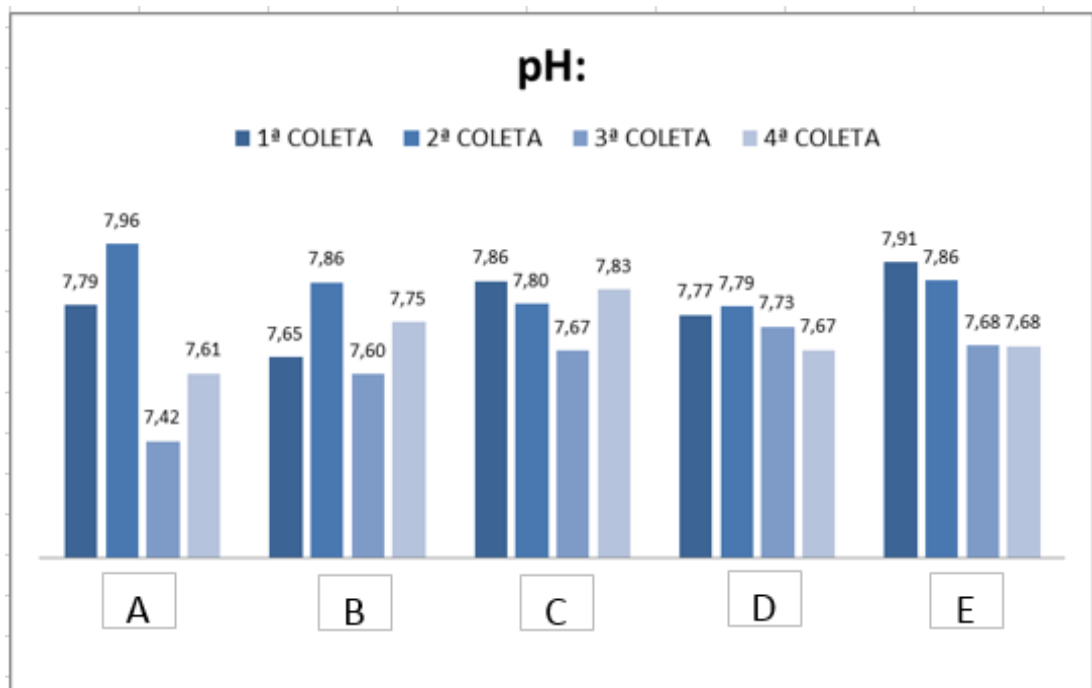
Fonte: Elaboração Própria (2017).

Com os valores entre 7,96 e 7,42 o pH das amostras de água está dentro do padrão estabelecido, conforme apresentado na figura 3. No que diz respeito ao consumo humano, o pH possui valores aceitáveis, que estão na faixa de 6,0 a 9,5, segundo a PORTARIA DO MS 2914/11. O valor de pH abaixo de 6,0, embora seja

favorável para aumentar a ação bactericida do cloro, apresenta um risco importante de agressividade contra os materiais que constituem as tubulações, diminuindo sua vida útil, podendo deteriorar a qualidade da água tratada pela dissolução de produtos oriundos da própria corrosão e/ou do meio externo.

O pH, potencial Hidrogeniônico, leva em consideração a concentração de íons hidrônio (H^+) que determina o índice de concentração numa faixa que vai de 0 a 14, sendo considerada ácida (quando $pH < 7$); neutra (quando $pH = 7$) e básica (quando $pH > 7$).

GRÁFICO 3: Valores de pH Verificados nas Amostras de Água Fornecida em Diferentes Bairros da Cidade de Pombal-PB



Fonte: Elaboração Própria (2017).

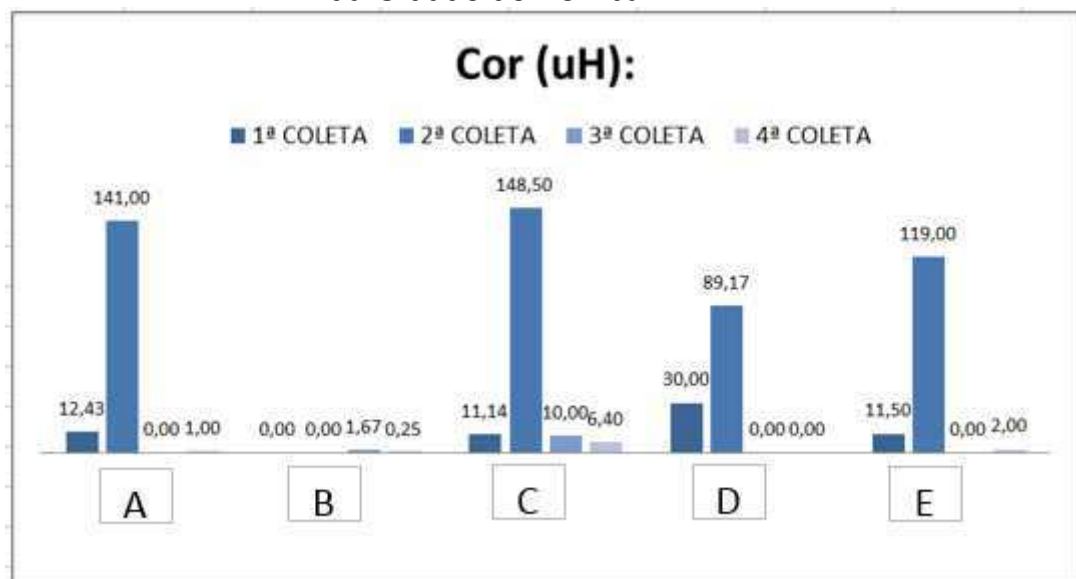
A figura 4 apresenta os resultados referentes a cor aparente. Segundo PORTARIA MS 2.914/11, os resultados para cor aparente não podem ultrapassar 15 μH . Em algumas coletas, foram observados valores acima do permitido pela legislação vigente.

A Cor da água surge, em geral a partir da presença de matéria orgânica e/ou inorgânica, mas também por substâncias metálicas como o ferro e o manganês. “A Cor é esteticamente indesejável para o consumidor em sistemas públicos de

abastecimento de água e economicamente prejudicial para algumas indústrias.” (CORNATIONI, 2010).

A coloração da água pode indicar a presença de materiais que ocasionam obstruções de tubulações, falta de manutenção, contaminação ou até mesmo doenças. Este parâmetro tem importância estética e, quando alterado, provoca rejeição para o consumidor.

GRÁFICO 4: Cor das Amostras de Água distribuída em Diferentes Bairros da Cidade de Pombal-PB



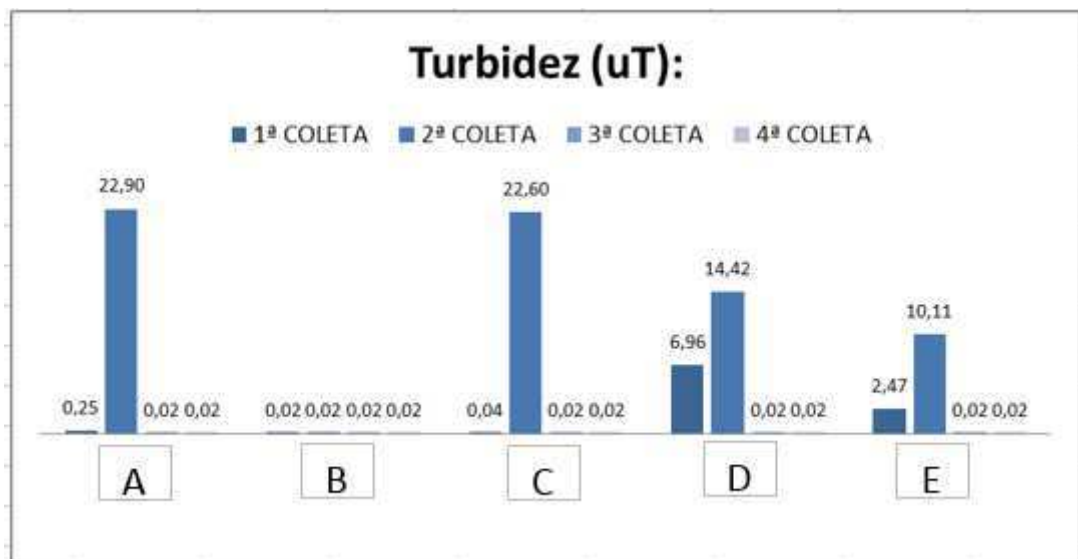
Fonte: Elaboração Própria (2017).

Conforme apresentado na figura 5, alguns valores obtidos para turbidez apresentaram valores superiores ao VMP pela PORTARIA 2.914/11, a qual é de uT. A presença de turbidez acima dos valores considerados ideais pelo padrão de potabilidade indica a presença de substâncias em suspensão, fato que pode ser resultante de armazenamento incorreto da água. Outro aspecto a ser considerado é que a turbidez também pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física que pode propiciar aos microrganismos evitando contato direto com os desinfetantes, além de transportar matérias orgânicas capazes de causar sabor e odor indesejáveis na água.

A Turbidez se origina de partículas que geram uma aparência turva na água, ocasionada pela passagem da luz. Santos, 2010, diz que o valor da turbidez da água é diretamente proporcional à quantidade de luz que passa por ela e que o

conhecimento desse potencial auxilia para o monitoramento do poder de corrosão. “A suspensão de partículas sólidas na coluna d’água lhe dá essa característica, que diminui a claridade e reduzem a transmissão da luz por ela. Devido à proteção física que as partículas oferecem à água a eficiência da cloração é reduzida, pela proteção dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes.” (BATALHA & PARLATORE, 1977, apud CORNATIONI, 2010). A turbidez também pode ser alterada devido à devastação das matas ciliares, do assoreamento e da erosão das margens.

GRÁFICO 5: Turbidez das Amostras de Água Fornecida em Diferentes Bairros da Cidade de Pombal-PB



Fonte: Elaboração Própria (2017).

5.2. Análise Microbiológica

Segundo a PORTARIA MS 2914/11, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico, conforme disposto no Anexo I e demais disposições desta Portaria.

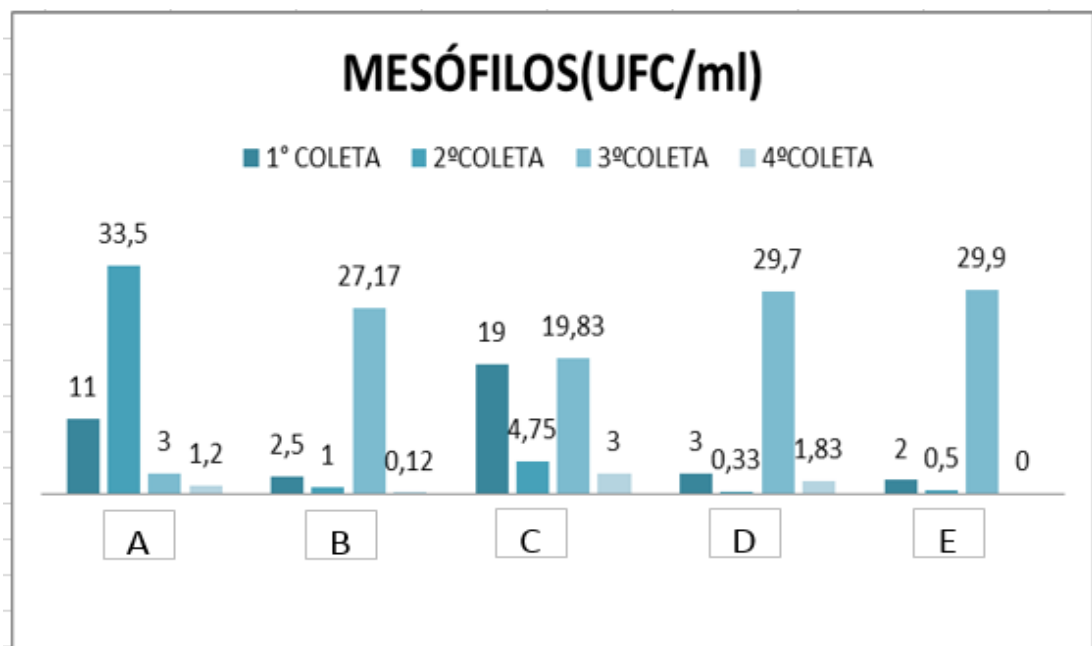
Para o presente trabalho, foi realizado apenas teste de presença/ausência de *E. Coli*, o qual é utilizado como indicador da qualidade da água. Os resultados para esse teste foram satisfatórios, pois em nenhuma das amostras coletadas foi detectada a presença de *E. Coli*. As bactérias do grupo coliforme constituem o

indicador de contaminação mais utilizado em todo o mundo, sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões de qualidade das águas destinadas ao consumo humano.

A proteção da saúde pública requer um indicador de poluição fecal. Não é necessário analisar a água potável para todos os agentes patogênicos, pois seria uma tarefa impraticável. *Escherichia coli* é encontrada em todas as fezes mamíferas, mas não se multiplica sensivelmente no meio ambiente. Na década de 1890, foi escolhido como indicador biológico da segurança do tratamento da água. Devido as deficiências do método, os substitutos de *E. coli*, como testes de “coliformes fecais” e coliformes totais, foram desenvolvidos a se tornarem parte das regulamentações de água potável.

Conforme mostrado na figura 6, o nível de contaminação em relação as bactérias mesófilas aeróbicas foi significativo. Sua própria detecção por si só é uma indicação de alta vulnerabilidade das fontes de água à contaminação microbiana, incluindo possíveis agentes patogênicos. A alta contagem de mesófilos indica que houve condições necessárias para a proliferação dos mesmos.

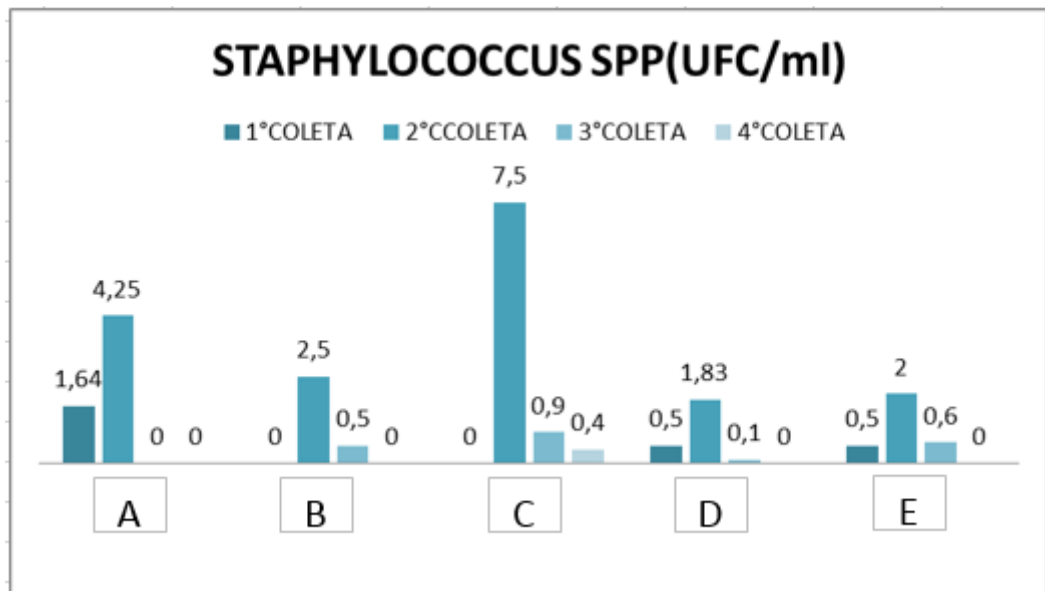
GRÁFICO 6: Contagem de Bactérias Mesófilas nas Amostras de Água Fornecida em Diferentes Bairros da Cidade de Pombal-PB



Fonte: Elaboração Própria (2017).

O gráfico 7 apresenta os resultados obtidos das análises realizadas para microrganismos *Staphylococcus spp.* Pode-se observar que houve a presença desses microrganismos água. Os mesmos, quando encontrados em números elevados representam risco potencial para saúde do homem, uma vez que produzem enterotoxinas termoestáveis que podem causar intoxicação alimentar (OLIVEIRA, 2011) e são também causadores de mastite. É uma bactéria responsável por gerar infecção, principalmente, em pessoas que tem o sistema imunológico baixo..

GRÁFICO 7: Contagem de Staphylococcus nas Amostras de Água Fornecida em Diferentes Bairros da Cidade de Pombal-PB



Fonte: Elaboração Própria (2017).

Em relação à *Salmoella sp.*, assim como as análises para *E. Coli*, foram analisados a presença ou ausência das mesma nas amostras de água. A prevalência de *Salmonella* foi significativa no presente estudo, com 11 amostras positivas, das 96 amostras analisadas. Apresentando 11,95% de amostras de água contaminadas por esse microrganismo. No entanto, mesmo que as contagens de coliformes fecais sejam altas na maioria das amostras de água examinadas para carga e segurança microbianas, a ausência de *Salmonella* em muitas das amostras não pode qualificar a segurança das fontes de água.

6. CONCLUSÕES

Um sistema de abastecimento de água tem por finalidade fornecer e garantir a população água de boa qualidade do ponto de vista físico, químico e biológico, sem impurezas prejudiciais a saúde dos seus consumidores.

Por meio das análises das amostras coletadas, se tratando de atendimento ao padrão de potabilidade, é possível se dizer que a empresa responsável pela ETA (CAGEPA) conseguiu atingir suas metas em relação aos parâmetros microbiológicos analisados no presente trabalho e que encontram-se previstos na PORTARIA MS 2.914 /11. As cianobactérias não foram levadas em questão, pois na referida pesquisa só foi abordada a parte microbiológica que não está presente na portaria.

Quanto aos parâmetros cor e turbidez, observou-se uma excedência em seus valores, podendo indicar substâncias na água, como algum tipo de contaminação ou danificações nas tubulações.

A presença dos microrganismos na água ditos como não convencionais por não ser tratados na legislação vigente, mas que, podem causar danos a saúde do homem, pode ser explicada pelo fato dos mesmos serem resistentes ao sistema de tratamento de água.

Como recomendação, sugere-se uma atenção maior dos órgãos envolvidos, a fim de propor um tratamento para sanar tais microrganismos, visto os riscos que podem causar. Como não existe um padrão microbiológico na legislação em vigor para as bactérias aeróbias mesófilas, o ideal seria incluí-las na nova portaria, já que apresentam sérios riscos a saúde da população e que algumas delas são indícios de contaminação fecal.

Espera-se que o presente trabalho possa vir a subsidiar ou estimar futuras pesquisas nesse âmbito sanitário, pela busca incansável por melhorias no abastecimento público.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: American Public Health Association, p. 47-66, 1998.

ASSIS, R. C. S. e ARAÚJO, T. M. **Avaliação da qualidade bacteriológica e físico-química, para consumo humano, da água do manancial subterrâneo, em áreas urbanas de Feira de Santana - Bahia - Brasil**. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún-México, 2002.

ASSIS, LUANA de. **Alimentos seguros: ferramentas para a gestão e controle da produção e distribuição**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2011. 360 p.

BARRELL, R. A.; HUNTER, P. R. e NICHOLS, G. **Microbiological standards for water and their relationship to health risk**. Community Diseases Public Health, v. 3, n.1, p. 8-13, 2000.

BERNARDO, L. D; PAZ, L. P. S. **Seleção de tecnologia de tratamento de água**. - São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008, 878p, vol 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) no. 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico que dispõe sobre Padrões Microbiológicos sanitários para Alimentos**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**.

DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STUKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI, C. M. e HORNER, R. **Contagem de bactérias heterotróficas na água 26 para consumo humano : comparação entre duas**

metodologias. Revista do Centro de Ciências da Saúde, Santa Maria, v.33, p.15-19, 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2003. 182 p.

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

MASSAGUER, P. R. **Microbiologia dos processos alimentares.** São Paulo: Livraria Varela, 2006. 258 p.

PÁDUA, V. L. DE; FERREIRA, A. C. DA S. Qualidade da água para consumo humano. In: Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 153-221.

SANTOS, J.; RIBEIRO, G. A. **Avaliação microbiológica de sucos de laranja “in natura”, comercializados na cidade de Pelotas, RS.** Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20, n.147, p. 40-44, 2006.

SILVA, W. M.; SOUZA, L. O.; REGO, L. H. A.; ANJOS, T. C. dos. **Avaliação da Reutilização de Águas Cinzas em Edificações, construções verdes e sustentáveis.** In: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010.