

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/BIOLOGIA  
CAMPUS DE PINHEIRO

**JOECILA CORDEIRO CANTANHEDE**

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PERICUMÃ NAS  
PROXIMIDADES DE COMUNIDADES RIBEIRINHAS EM PINHEIRO/MA**

Pinheiro  
2018

**JOECILA CORDEIRO CANTANHEDE**

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PERICUMÃ NAS  
PROXIMIDADES DE COMUNIDADES RIBEIRINHAS EM PINHEIRO/MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de Ciências Naturais da  
Universidade Federal do Maranhão – Campus  
Pinheiro como pré-requisito para obtenção do  
grau de Licenciatura em Ciências Naturais com  
habilitação em Biologia.

Orientador: Prof.º Dr. Hilton Costa Louzeiro.  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Mariana Oliveira  
Arruda.

Pinheiro  
2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Cantanhede, Joecila Cordeiro.

Análise Microbiológica da água do rio Pericumã nas proximidades ribeirinhas em Pinheiro/MA / Joecila Cordeiro Cantanhede. - 2018.

49 f.

Coorientador(a): Mariana Oliveira Arruda.

Orientador(a): Hilton Costa Louzeiro.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro/MA, 2018.

1. Coliformes termotolerantes. 2. Contaminação. 3. Micro-organismos. 4. Qualidade da água. 5. Saneamento básico. I. Arruda, Mariana Oliveira. II. Louzeiro, Hilton Costa. III. Título.

**JOECILA CORDEIRO CANTANHEDE**

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PERICUMÃ NAS  
PROXIMIDADES DE COMUNIDADES RIBEIRINHAS EM PINHEIRO/MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de Ciências Naturais da  
Universidade Federal do Maranhão – Campus  
Pinheiro como pré-requisito para obtenção do  
grau de Licenciatura em Ciências Naturais  
com habilitação em Biologia.

Aprovado em:        /        /

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Hilton Costa Louzeiro (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão – *Campus* de Pinheiro

---

Prof. Dra. Mariana Oliveira Arruda (Coorientadora)  
Universidade Federal do Maranhão – *Campus* de Pinheiro

---

Prof. Dr. Juliano dos Santos  
Universidade Federal do Maranhão – *Campus* de Pinheiro

## AGRADECIMENTOS

Agradeço alegremente a Deus por me iluminar e guiar nessa jornada cheia de surpresas e adversidades.

Agradeço aos meus queridos pais, Conceição de Maria e José Ribamar que estiveram de mãos dadas comigo, mesmo à distância, todos esses anos. Obrigada pelo apoio, pelos conselhos, pelas palavras de cuidados e pelo “juízo” que minha mãe sempre me mandava ter e por serem pais que sempre priorizam a educação de todos os seus três filhos.

Agradeço aos meus queridos irmãos Jociane e Jocone pelas conversas, por serem meus amigos de toda a vida e pela nossa irmandade fiel.

Agradeço aos meus grandes amigos Danilo Ferreira, Elayne Oliveira Maria Rayete e Bruno Rafael pela amizade sincera, pelos conselhos, pelos nossos rôles e acima de tudo por serem minha família em outra cidade durante todo esse tempo da minha graduação. Já estou com saudades.

Agradeço ao meu querido orientador Hilton Louzeiro pelo acompanhamento desde o PIBIC e por todas as etapas conquistadas juntos, por seu grande apoio e por ser bem mais que um orientador, por ser meu amigo que levarei por toda vida.

Agradeço a minha querida coorientadora Mariana Arruda que me deu um suporte inexplicável na área microbiológica da pesquisa. Professora, obrigada pela dedicação e todo amparo.

Agradeço ao PIBIC e a FAPEMA pela oportunidade de ser bolsista e pesquisadora em uma área tão fascinante e importante que me trouxe até meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço aos meus professores de graduação pelo conhecimento, pela disponibilidade e por todos os períodos juntos. Obrigada pela paciência e pela carinhosa atenção.

Agradeço a minha querida diretora e professora Elisângela Araújo por ser bem mais que uma docente. Foi uma pessoa iluminada que no momento bem crítico da minha graduação me disse “ a UFMA estará aqui sempre, cuide da sua saúde, tire a fadiga, a tristeza e retorne”. Foi a frase que me deu “restart” para cuidar de mim e após um período conturbado retornar aos estudos com vitalidade e força.

E por fim, agradeço a coordenação do curso de Ciências Naturais – Biologia do campus de Pinheiro/MA por todo esforço de tornar o curso cada vez melhor aos discentes, por todo o acolhimento e por toda orientação durante todos estes anos.

*Cuide bem da natureza*

*Hoje acordei cedo, contemplei mais uma vez a natureza.*

*A chuva fina chegava de mansinho.*

*O encanto e aroma matinal traziam um ar de reflexão.*

*Enquanto isso, o meio ambiente pedia socorro.*

*Era o homem construindo e destruindo a sua casa.*

*Poluição, fome e desperdício deixam o mundo frágil e degradado.*

*Dias mais quentes aquecem o “planeta água”.*

*Tenha um instante com a paz e a harmonia.*

*Refleta e preserve para uma consciência coletiva.*

*Ainda há tempo, cuide bem da natureza.*

Dedico a Deus por me guiar nessa estrada árdua.

Dedico a minha família por ser minha base e estímulo.

Dedico a minha mãe por suas orações diárias de proteção, por todo apoio e todo amor.

## RESUMO

O rio Pericumã é um dos cursos de água mais importantes da Baixada Maranhense e está localizado na região noroeste do Maranhão. O rio banha a cidade de Pinheiro-MA de norte a sul e este possui um papel indispensável para a região. A sua real importância prevalece pela sua rica biodiversidade, o seu uso *in natura* e meio de sobrevivência para os ribeirinhos que retiram o pescado do rio para a subsistência familiar e regam as pequenas plantações. Mas, não basta ter apenas água, é necessário que haja qualidade e que se tenha um critério mínimo de qualidade. A prioridade em manter a qualidade da água deve-se iniciar na preservação do rio e mantendo em condições favoráveis para que o uso da água *in natura* não cause riscos a população. Entretanto, o rio Pericumã vem sofrendo o despejo de efluentes domésticos e comerciais assim como dejetos de animais. Além do mais a cidade de Pinheiro também não possui saneamento básico, dificultando assim o destino final de todo resíduo lançado pela população pinheirense. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas do rio Pericumã nas proximidades ribeirinhas utilizando parâmetros microbiológicos para identificação de possíveis patógenos. Para este fim, realizou-se coletas de amostras de água em quatro pontos específicos que foram identificados como: Maria Santa Bar (2°30'51"S 45°4'11"W), Faveira Bar (2°30'49"S 45°4'12"W), Faveira 2 (ribeirinhos) (2°30'47"S 45°4'14"W), Faveira 3 (canal vala do Gabião) (2°30'43"S 45°4'25"W). As coletas foram realizadas em dois períodos distintos, maio de 2015 (alta pluviosidade) e novembro de 2015 (baixa pluviosidade) para realização das análises microbiológicas no laboratório utilizando a técnica tubos múltiplos por fermentação de lactose. Nas análises foram encontrados coliformes totais, coliformes termotolerantes e micro-organismos específicos como *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* e o gênero *Clostridium* spp. Todos os pontos de coletas foram classificados em classe 3 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, caracterizando os pontos de coletas como impróprios para o banho devido ao elevado número de coliformes termotolerantes. Concluiu-se que a presença das bactérias indicadoras de contaminação expõe como a falta e a negligência do saneamento básico na cidade de Pinheiro está prejudicando e potencializando o desencadeio de doenças transmitidas pelo rio Pericumã nos pontos de coletas. A necessidade de uma estrutura sanitária que atue na cidade promoverá o bem-estar e uma melhor qualidade de vida para população e aos ribeirinhos.

**Palavras-chaves:** Contaminação, Coliformes termotolerantes, Micro-organismos, Qualidade da água, Saneamento básico.

## ABSTRACT

The Pericumã River is one of the most important water courses in Baixada Maranhense and is located in the northwest region of Maranhão. The River bathes the city of Pinheiro-MA from north to south and this has an indispensable role for the region. Its real importance prevails for its rich biodiversity, its in Natura use and a means of survival for the riverside people who withdraw the fish from the river for family subsistence and water the small plantations. But it is not enough to have only water, it is necessary to have quality and to have a minimum quality criterion. The priority in maintaining the quality of water should start in preserving the river and maintaining in favorable conditions so that the use of fresh water does not cause risks to the population. However, the Pericumã River has been suffering the dumping of domestic and commercial effluents as well as animal manure. Besides the city of Pinheiro also lacks basic sanitation, thus hindering the final destination of all waste launched by the pinheirense population. The objective of this work was to evaluate the quality of the waters of the Pericumã River near the riverside, using microbiological parameters to identify possible pathogens. For This purpose, water samples were collected at four specific points that were identified as: Maria Santa Bar (2°30'51"S 45°4'11"W), Faveira Bar (2°30'49"S 45°4'12"W), Faveira 2 (Ribeirinhos) (2°30'47"S 45°4'14"W), Faveira 3 (Canal Vala do Gabião) (2°30'43"S 45°4'25"W). The samples were collected in two different periods, May 2015 (high rainfall) and November 2015 (low rainfall) to perform the microbiological analyses in the laboratory using the multiple tubes technique by fermentation of lactose. In the analyses, total coliforms, thermotolerant coliforms and specific microorganisms such as *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* and the genus *Clostridium* spp were found. All collection points were classified in class 3 according to the CONAMA Resolution N° 357/2005, characterizing the collection points as inappropriate for bathing due to the high number of thermotolerant coliforms. I conclude that the presence of bacteria indicating contamination exposes how the lack and neglect of basic sanitation in the city of Pinheiro is damaging and potentializing the triggering of diseases transmitted by the Pericumã River at the points of collection. The need for a sanitary structure that operates in the city will promote the well-being and a better quality of life for the population and riverside dwellings.

**Key Words:** Contamination, Thermotolerant Coliforms, Micro-organisms, water Quality, basic Sanitation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> – Distribuição dos recursos hídricos por regiões do Brasil.....	17
<b>FIGURA 2</b> – Total de água retirada no Brasil (Média Anual).....	18
<b>FIGURA 3</b> – Mapa das Bacias e Sistemas hidrográficos do Estado Maranhão.....	22
<b>FIGURA 4</b> – Mapa do Estado do Maranhão e localização do município de Pinheiro.....	30
<b>FIGURA 5</b> – Mapa limítrofe do município de Pinheiro.....	31
<b>FIGURA 6</b> – Pontos de Coletas.....	31
<b>FIGURA 7</b> - Concentração de coliformes termotolerantes por 100 mL de água entre os pontos de coletas durante a alta e baixa pluviosidade.....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Resultado da primeira análise microbiológica dos pontos de coleta para investigação da presença ou ausência de coliformes e bactérias no período de alta pluviosidade (maio/2015).....	33
<b>TABELA 2</b> – Resultado da segunda análise microbiológica dos pontos de coleta para investigação da presença ou ausência de coliformes e bactérias no período de baixa pluviosidade (novembro/2015).....	36

## **LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 1</b> – Regiões hidrográficas e bacias hidrográficas do estado do Maranhão.....	21
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
Art.	Artigo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
E.C	<i>Escherichia coli</i>
Hab.	Habitantes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
Km <sup>2</sup>	Quilômetros ao quadrado
mg/L	Miligramas por Litro
mL	Mililitro
NMP	Número Mais Provável
NUGEO	Núcleo Geoambiental
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
LPS	Lipopolissacarídeo
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WHO	World Health Organization
°C	Grau Celsius
§	Inciso
%	Porcentagem (por cento)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 ÁGUA NA NATUREZA.....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Importância.....	17
3.1.2 Utilização.....	18
<b>3.2 ÁGUA E A SAÚDE HUMANA.....</b>	<b>19</b>
3.2.1 Contaminação.....	19
3.2.2 Qualidade.....	20
<b>3.3 RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO.....</b>	<b>20</b>
3.3.1 Rio Pericumã.....	23
<b>3.4 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.1 MICRO-ORGANISMOS INDICADORES DE CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIA EM ÁGUAS NATURAIS.....</b>	<b>25</b>
3.4.1.1 Coliformes termotolerantes.....	25
3.4.1.2 <i>Escherichia coli</i> .....	26
3.4.1.3 <i>Enterococcus</i> spp.....	27
3.4.1.4 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	27
3.4.1.5 <i>Staphylococcus aureus</i> .....	27
3.4.1.6 <i>Clostridium</i> spp.....	28
<b>3.5 LEGISLAÇÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Área de Estudo.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Método de Coleta.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Análise microbiológica.....</b>	<b>32</b>
4.3.1 Exame presuntivo para coliformes totais e termotolerantes.....	32
4.3.2. Exame confirmativo para coliformes totais e termotolerantes.....	32
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Qualidade da água no período de alta pluviosidade.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Qualidade da água no período de baixa pluviosidade.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3 Classificação dos pontos de coleta.....</b>	<b>40</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
REFERÊNCIAS.....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta e, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais (BACCI; PATACA, 2008).

Entretanto, não basta que as populações apenas disponham de água, é necessário que essa água também se caracterize por um mínimo de qualidade (MATTOS; SILVA, 2002). O comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola. Os efluentes domésticos, por exemplo, são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e micro-organismos, que podem ser patogênicos (MERTEN; MINELLA, 2002). Deve-se, portanto, dar prioridade à preservação, ao controle e à utilização racional das águas doces superficiais em todo o planeta (ALVES et al., 2008).

Yamaguchi et al. (2013) relata que:

“A ONU, em relatório do desenvolvimento humano do ano de 2006, informa que 40% da população mundial não dispõe de condições sanitárias básicas, o que corresponde a mais de 2,6 bilhões de pessoas que não utilizam banheiros, defecando a céu aberto ou em locais não sanitários, o que pode levar ao aumento da incidência de contaminação da água devido ao despejamento direto de seus resíduos sobre fontes de águas superficiais.”

Amaral et al. (2003) destacam que as doenças de veiculação hídrica são aquelas causadas pela presença de micro-organismos patogênicos (bactérias, vírus e parasitas) na água utilizada para diferentes usos e dentre as principais doenças destaca-se: amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa e cólera.

A maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras encontram-se deteriorados, sendo este um grande problema de impacto ambiental. Essa deterioração ocorre porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos, jogando *in natura* o esgoto nos rios (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001).

De acordo com o Instituto Trata Brasil, com dados do ano de referência do ano de 2016, o estado do Maranhão possui apenas 12,12% de coleta de esgoto e quando se refere à tratamento de esgoto, o Instituto aponta que o estado possui apenas 12,72% de esgoto tratado em toda região.

A cidade de Pinheiro é abrangida pelo rio Pericumã, este, possui uma vasta biodiversidade, permeia e supre a população com a distribuição da água assim como a

utilização *in natura*, atividades pesqueiras ao curso do rio e atividades recreativas. No entanto, a cidade não possui nenhuma estrutura relacionada ao saneamento básico, o que deixa os resíduos sólidos, efluentes domésticos, efluentes industriais e dejetos de animais sem nenhum destino apropriado. Logo, grande parte do esgoto produzido pela população pinheirense é evacuado para o rio Pericumã, trazendo uma real ameaça de contaminação e a grande probabilidade de disseminação de doenças transmitidas pela água.

O objetivo do trabalho foi analisar a qualidade da água do rio Pericumã através de parâmetros microbiológicos, bem como verificar a classificação dos pontos dentro das condições e padrões de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e, adicionalmente, identificar em categoria de balneabilidade se os pontos de coleta se encontram conforme a Resolução CONAMA nº 274/2000.

Afim de tornar como ponto de partida a relação do saneamento básico com a qualidade de vida da população, esse trabalho discute que a intervenção deve ser promovida para a contribuição do bem-estar do meio ambiente e comunidades que usufruem do rio Pericumã nas proximidades ribeirinhas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar a qualidade das águas do rio Pericumã nas proximidades ribeirinhas utilizando parâmetros microbiológicos para identificação de possíveis patógenos.

### **2.2 Específicos**

- Verificar se há contaminação por coliformes totais e termotolerantes nas amostras.
- Comparar os resultados obtidos das análises com os parâmetros da Resolução CONAMA.
- Avaliar a real situação da balneabilidade e disponibilidade para o consumo humano das águas do rio Pericumã.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **3.1 ÁGUA NA NATUREZA**

A ideia de uma Terra coberta de água em sua maior extensão remonta aos tempos primitivos, no entanto o planeta Terra só foi visto do espaço pela primeira vez, na década de 60, pelos primeiros astronautas, que descreveram ser uma bola azul e branca que brilhava na

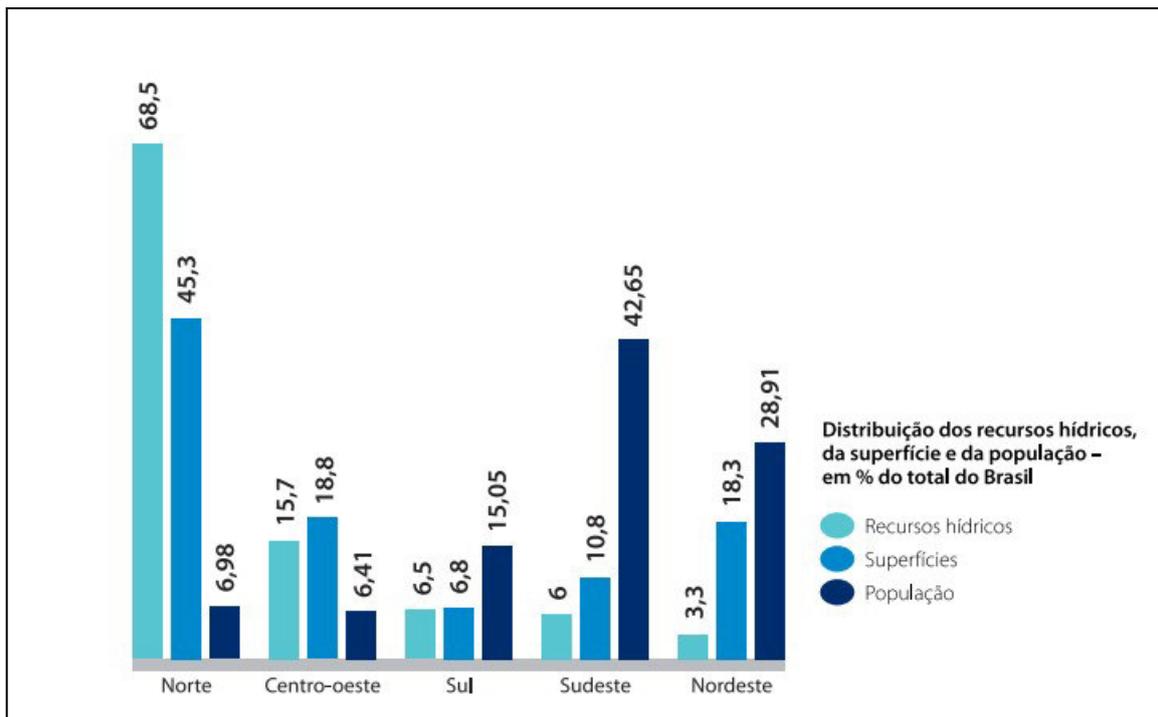
escuridão do Universo, diante desta descrição foi denominada como planeta Água (REBOUÇAS, 2001).

Rebouças (2001) descreve que o planeta Terra é o único corpo do Sistema Solar até agora conhecido, onde a água existe nos três estados físicos fundamentais: sólida nas calotas polares e geleiras; líquida nos oceanos e formando os corpos de água doce (menos de 1000 mg/L de sólidos totais dissolvidos) dos continentes – rios, lagos, umidade do solo e o manancial subterrâneo e em vapor de água na atmosfera.

A água ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta (BRASIL, 2018), sendo que sua distribuição depende essencialmente dos ecossistemas que compõem o território de cada país. O Ministério do Meio Ambiente informa ainda que, conforme o Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), na América do Sul encontra-se 26% do total de água doce disponível no planeta e apenas 6% da população mundial, enquanto o continente asiático possui 36% do total de água e abriga 60% da população mundial (BRASIL, [201\_?]).

A Agência Nacional de Águas, ANA (2018) estima que 97,5% da água existente no mundo é salgada e portanto, inadequada para consumo. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. Logo, a forma de utilização desse recurso natural precisa ser analisada para que não prejudique a vida humana por meio de seus diferentes usos.

De acordo com a ANA (2018), o Brasil detém 12 % da água doce do mundo, porém, o Ministério do Meio Ambiente (2018) indica que a disponibilidade desses recursos não é uniforme, pois mais de 73 % da água doce disponível no país encontra-se na bacia Amazônica. Os recursos hídricos no Brasil são distribuídos da seguinte forma: 68,5% na região Norte, 15,7% na região Centro-Oeste, 6,5% na região Sul, 6% na região Sudeste e apenas 3,3% na região Nordeste, conforme pode ser visualizado na Figura 1.



**FIGURA 1** – Distribuição dos recursos hídricos por regiões do Brasil.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente. Águas

### 3.1.1 Importância

A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta e, portanto, falar da sua relevância em diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais (BACCI; PATACA, 2008).

Os múltiplos usos da água denotam como a substância composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio também é importante nas funções da natureza, seja com as propriedades químicas, físicas ou até mesmo na composição dos seres vivos. O autor Fracalanza (2005) afirma que:

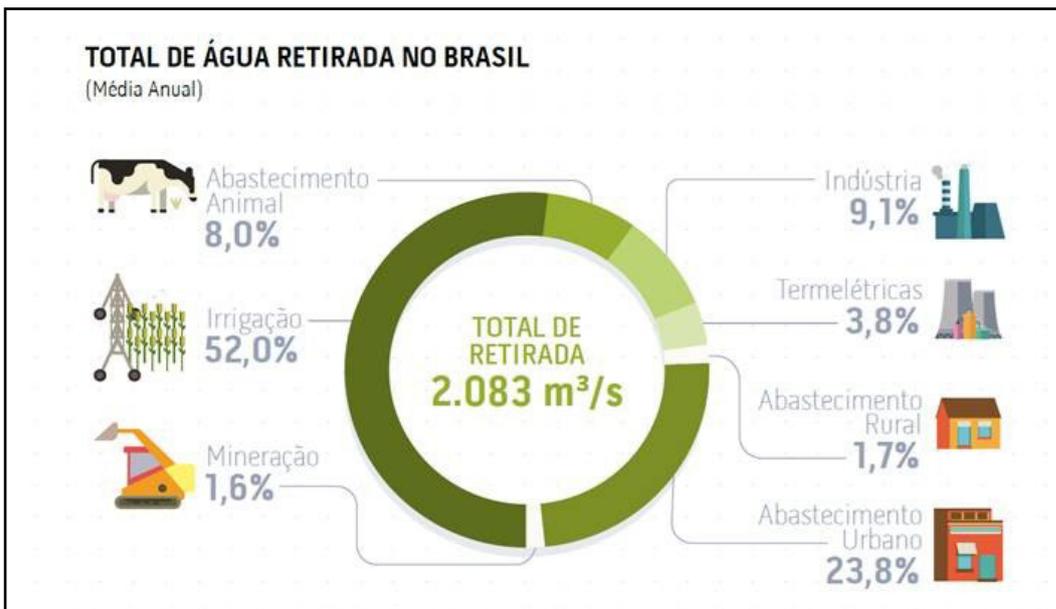
A água, devido a suas propriedades térmicas e de solvente universal, desenvolve papel central na manutenção das temperaturas e na redistribuição dos minerais no planeta; na constituição dos organismos vivos, a água tem participação majoritária: no homem, a água compõe cerca de 70% de seu corpo.

A importância da água não está relacionada apenas às suas funções na natureza, mas ao papel que exerce na saúde, economia e qualidade de vida humana (DE SOUZA et al., 2014). O homem tem usado a água não apenas para manter suas necessidades pessoais diárias

(alimentação, funcionamento adequado do corpo, higiene) mas, principalmente para propósitos socioeconômicos. E, por se tratar de componente essencial para a vida humana em seus múltiplos usos, bem como para a dinâmica de todos os sistemas ambientais, a água, pode ser valorada como serviço ambiental (TOMASONI, PINTO E SILVA, 2009).

### 3.1.2 Utilização

No Brasil, a água é utilizada da seguinte forma: 52 % na irrigação, 23,8% no abastecimento urbano, 3,8% nas termelétricas, 9,1% pelas indústrias, 8% no abastecimento animal, 1,7% no abastecimento rural, 1,6% na mineração, em uma média anual que totaliza uma retirada de água 2.083m<sup>3</sup>/s, como pode ser observado na Figura 2 (ANA, 2018).



**FIGURA 2** – Total de água retirada no Brasil (Média Anual).

Fonte: ANA. Conjuntura Brasil. 2018.

Atualmente, na sociedade em que vivemos, a água passou a ser vista como um recurso hídrico e não mais como um bem natural, disponível p

ara a existência humana e das demais espécies. Passaram a usá-la indiscriminadamente, encontrando sempre novos usos, sem avaliar as consequências ambientais em relação à quantidade e qualidade da água (BACCI; PATACA, 2008).

Embora todos os seres vivos necessitem de água, isso não dá o direito de acesso a toda a água que quiser utilizar. É preciso que a sociedade comece garantindo em primeiro lugar uma priorização adequada do acesso à água, que permita atender às necessidades

essenciais da humanidade, assim como dos nossos ecossistemas (SELBORNE, 2001). Portanto, seu uso eficiente torna-se mais importante que ostentar sua abundância (REBOUÇAS, 2001).

### 3.2 ÁGUA E A SAÚDE HUMANA

#### 3.2.1 Contaminação

No Brasil, até quase duas décadas atrás, a gestão de recursos hídricos não era assunto prioritário em nenhuma das esferas do planejamento e nem mesmo no âmbito científico, situação que possivelmente ocorria devido à grande abundância de água na maior parte do território nacional. (RESENDE, 2002).

O mau uso da água, assim como o despejo dos efluentes em locais impróprios com a progressão do tempo apropriada ao ambiente aquático uma carga potente de poluentes e contaminantes que possivelmente promove riscos à saúde humana. Conforme o autor De Resende (2002) afirma que:

De forma talvez menos visível, a cada dia a água com qualidade adequada ao consumo humano vem se tornando mais escassa, o que tem chamado atenção da comunidade científica e da sociedade organizada para a fragilidade dos ciclos naturais responsáveis pela renovação e disponibilidade da água.

A contaminação é entendida como um fenômeno de poluição que apresenta risco à saúde (BRASIL, 2006). O material fecal pode entrar no ambiente natural de várias formas diferentes: através de sistemas incompletos de tratamento de esgotos, aplicação de dejetos de animais de criação em plantações, percolação de lixiviados de lixões sanitários, vazamentos de fossas sépticas, matéria orgânica de lodo proveniente de esgotos sem tratamento, e de fezes de animais de estimação, silvestres e selvagens. Se a quantidade suficiente de material fecal for ingerida, os patógenos presentes podem causar doenças ao hospedeiro (MATTHIENSEN et al., 2014).

Os principais agentes biológicos descobertos nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os protozoários. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade em nosso meio. São responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifoide), com resultados frequentemente letais. Os vírus mais comumente encontrados nas águas contaminadas por dejetos humanos são os da poliomielite e da hepatite infecciosa. Dentre os parasitas que podem ser ingeridos através da água, destaca-se *Entamoeba histolytica*, causadora da amebíase (D'AGUILA et al., 2000).

Os micro-organismos são introduzidos no organismo humano por via cutânea ou por ingestão de água contaminada; pelo contato primário com águas de recreação e ainda por ingestão de líquidos ou de alimentos contaminados, durante o preparo de alimentos ou em seu ambiente de origem (AZEVEDO, 2002). A água não potável, ou seja, contaminada de alguma forma por agentes patogênicos nocivos pode colocar em perigo a saúde e comprometer o desenvolvimento das comunidades humanas (MATTOS; DA SILVA, 2002).

### 3.2.2 Qualidade

Os ecossistemas de água doce estão entre os mais degradados do planeta, em termos da perda de qualidade e da diminuição de quantidades de água (UNWWAP, 2009). Segundo a OMS, a cada ano, a água insegura ou de qualidade inadequada e a falta de saneamento e higiene causam aproximadamente 3,1% de todos os óbitos – ou seja, a morte de aproximadamente 1,7 milhão de pessoas em todo o mundo.

Os problemas mais graves que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem dos esgotos domésticos tratados de forma inadequada, de controles inadequados dos efluentes industriais, da perda e destruição das bacias de captação, da localização errônea de unidades industriais, do desmatamento, da agricultura migratória sem controle e de práticas agrícolas deficientes (MORAES; JORDÃO, 2002).

Em termos da avaliação da qualidade da água, os micro-organismos assumem um papel de grande importância dentre os seres vivos, devido a sua grande predominância em determinados ambientes, à sua atuação nos processos de depuração dos dejetos ou a sua associação com as doenças ligadas a água (SPERLING, 2005).

A análise bacteriológica surge como uma importante ferramenta ao reconhecimento da qualidade da água de consumo. Técnicas bacteriológicas são sensíveis e específicas ao agente patogênico investigado em qualquer instância, seja no alimento, no solo ou na água (MATTOS; DA SILVA, 2002).

## 3.3 RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO

O estado do Maranhão situa-se na Região Nordeste do Brasil, entre as coordenadas de 02° a 10° latitude sul e 44° a 48° longitude oeste. Abrange área de 331.935,507 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico, a leste com o estado do Piauí, a sul e sudoeste com o estado do Tocantins e a noroeste com o estado do Pará (SANTOS; LEAL, 2013). De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, estima-se que no ano

de 2018 o Maranhão tem uma população de 7.035.055 pessoas, com densidade demográfica

Regiões Hidrográficas	Bacias Hidrográficas	Área (km <sup>2</sup> )	% sobre a Área do Estado	População Total	Total de Municípios	Municípios Mais Populosos
<b>Domínio Federal</b>						
<b>Parnaíba</b>	Bacia Hidrográfica do Parnaíba	66.449,09	20,02	717.723	39	Balsas, Brejo, Coelho Neto, Pastos Bons, Timon, Tutóia.
<b>Araguaia- Tocantins</b>	Bacia Hidrográfica do Tocantins	30.665,15	9,24	498.105	23	Imperatriz, Carolina, Estreito, João Lisboa, Porto Franco.
<b>Atlântico Nordeste Ocidental</b>	Bacia Hidrográfica do Gurupi	15.953,91	4,81	178.302	13	Açailândia, Carutapera, Itinga do Maranhão.
<b>Domínio Estadual</b>						
<b>Atlântico Nordeste Ocidental</b>	Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental	10.226,22	3,08	343.130	23	Cururupu, Pinheiro, São Bento.
	Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses	3.604,62	1,09	1.349.541	22	São Luís.
	Bacia Hidrográfica do Mearim	99.058,68	29,84	1.681.307	83	Bacabal, Barra do Corda, Grajaú, Lago da Pedra, Presidente Dutra, Viana, Zé Doca.
	Bacia Hidrográfica do Itapecuru	53.216,84	16,03	1.019.398	57	Caxias, Codó, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Itapecuru-Mirim, Timbiras.
	Bacia Hidrográfica do Munim	15.918,04	4,79	320.001	27	Chapadinha, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto, Urbano Santos, Vargem Grande.
	Bacia Hidrográfica do Turiaçu	14.149,87	4,26	179.212	16	Nova Olinda do Maranhão, Santa Helena, Santa Luzia do Paruá, Turiçu, Turilândia.
	Bacia Hidrográfica do Maracaçumé	7.756,79	2,34	122.535	16	Cândido Mendes, Godofredo Viana, Governador Nunes Freire, Maracaçumé.
	Bacia Hidrográfica do Preguiças	6.707,79	2,02	96.379	10	Barreirinhas, Paulinho Neves.
	Bacia Hidrográfica do Peria	5.395,37	1,62	64.049	6	Humberto de Campos, Primeira Cruz, Santo Amaro.

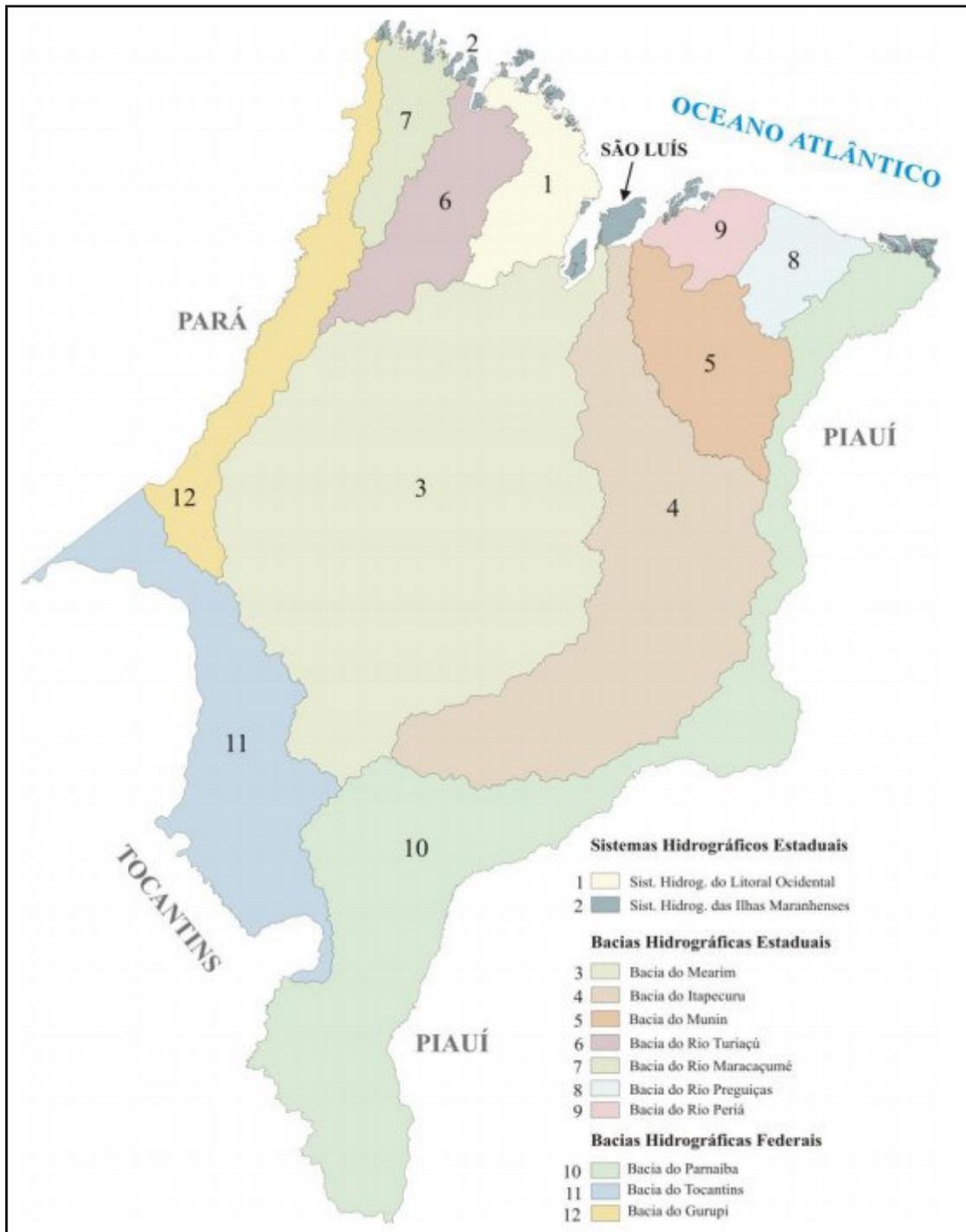
de 19,81 hab./km<sup>2</sup> de acordo como censo demográfico de 2010.

O Núcleo Geoambiental (NUGEO) aponta que o estado do Maranhão possui 12 bacias hidrográficas, que estão representadas no quadro 1.

#### **QUADRO 1** – Regiões hidrográficas e bacias hidrográficas do estado do Maranhão.

Fonte: Adaptado pela autora. NUGEO/UEMA, 2009.

As bacias do Parnaíba a Leste; do Tocantins a Sudoeste; Gurupi a Noroeste, correspondem às bacias hidrográficas de domínio federal. Já as bacias de domínio estadual estão representadas pelos Sistemas hidrográficos estaduais das Ilhas Maranhenses e do Litoral Ocidental, bem como as bacias hidrográficas Mearim, Itapecuru, Munim, Turiaçu, Maracaçumé, Preguiças e Peria, conforme demonstrado na Figura 3.



**FIGURA 3** – Mapa das Bacias e Sistemas hidrográficos do Estado Maranhão..

Fonte: NUGEO/UEMA, 2009.

De acordo com o Núcleo Geoambiental, essas bacias formam uma área de aproximadamente 202.203,50 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 60,90% da área total do Estado do Maranhão e a maior parte de toda a rede de drenagem maranhense se faz no sentido: Sul – Norte, através de numerosos rios independentes que se dirigem para o Atlântico, a exemplo do Gurupi, Turiaçu, Pindaré, Mearim, Itapecuru e Parnaíba. No sudoeste do Estado, uma pequena parte do escoamento se faz em direção a Oeste.

### 3.3.1 Rio Pericumã

A região ecológica da Baixada Maranhense está localizada à oeste da ilha de São Luís, no norte do Estado do Maranhão (1°59' – 4°00'S e 44°21' – 45°33'W). É formada pelas bacias hidrográficas dos rios Mearim, Pindaré, Pericumã, Aurá e Turiaçu que anualmente transbordam e inundam as planícies baixas da região, formando um grande número de lagos, temporários e permanentes (FUNO; PINHEIRO; MONTELLERES, 2010).

O rio Pericumã localiza-se na porção noroeste do Maranhão. A bacia abrange, no trecho situado a montante da Barragem de Pinheiro, os municípios de Pinheiro, Palmeirândia, São Bento, São Vicente de Ferrer, Olinda Nova do Maranhão, Presidente Sarney, Matinha, Viana e Pedro do Rosário e, a jusante, os municípios de Mirinzal, Central do Maranhão, Bequimão e Guimarães. Este último trecho corresponde ao baixo curso do rio Pericumã. O médio curso corresponde à porção navegável do rio, a qual se estende desde a montante da barragem até uma região conhecida como Puca, localizado no município de São Bento (SANTOS, 2004). Para o autor Lopes (2002), o nome do rio Pericumã veio da junção de peri (junco) mais cumã ou curimã (curimatá), ou seja, lugar alagado coberto por junco onde se pescam curimãs.

O clima da região é úmido com sazonalidade marcada por um período chuvoso (janeiro a junho) e um período de estiagem (julho a dezembro). A temperatura média mensal é sempre superior a 18°C e a precipitação média anual está em torno de 2000mm a 2800mm (MARANHÃO, 2002).

A cidade de Pinheiro é banhada de norte a sul pelo rio Pericumã, que separa o município de Pinheiro de Palmeirândia, São Vicente de Ferrer, Viana, Peri-Mirim e Bequimão. As áreas do município de Pinheiro são circundadas por campos inundáveis, e tem como municípios limítrofes os seguintes: ao norte, Santa Helena; a leste, Mirinzal, Bequimão, Peri-Mirim, Palmeirândia, São Bento e São Vicente de Ferrer; ao sul, São Vicente de Ferrer, Viana, Penalva e Monção e a oeste, Monção e Santa Helena (CARVALHO; SILVA;

CORDEIRO, 2011). Os municípios do alto curso do rio Pericumã são em geral mais populosos, São Bento apresenta a maior densidade demográfica da bacia, diferentemente de Pedro do Rosário que apresenta a menor densidade demográfica (SANTOS, 2004).

Carvalho et al. (2011) expõe que ao longo do trecho do rio Pericumã, entre a cidade de Pinheiro e a barragem do Pericumã, há um grande número de moradias usadas por pescadores e moradores ribeirinhos que sobrevivem de atividades como a criação de búfalos, caça e pesca, e de forma rudimentar da agricultura de subsistência [...] antes da construção da barragem, a população local sofria com a escassez sazonal de água e com a salinidade dos campos que, por sua vez, inviabilizava alguns usos econômicos e o ambiente tinha características diferenciadas das atuais. A construção da barragem, provocou, devido a um maior tempo de inundação a que ficaram submetidos (impactos indiretos por falha operacionais), profundas modificações no campo de Pinheiro, decorrentes da substituição, em algumas áreas, do capim marreca pelo junco (NASCIMENTO, 2006).

### **3.4 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA**

A crescente expansão demográfica e industrial observada nas últimas décadas, trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios. A falta de recursos financeiros, nos países em desenvolvimento, tem agravado esse problema pela impossibilidade da aplicação de medidas corretivas para reverter a situação. A interferência do homem quer de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas nos solos, contribui para a introdução de compostos orgânicos e inorgânicos na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem (ALVES et al., 2008).

A ANA (2013) cita que, de acordo com a OMS, em todo o mundo, as doenças transmitidas pela água estão entre as principais causas de óbito de crianças com idade abaixo de 5 anos. São quatro as principais classes de doenças relacionadas à água: problemas transmitidos pela água ingerida (fecal-oral); problemas contraídos durante o banho; problemas provocados pelo contato com água contaminada; e problemas relacionados a vetores que se reproduzem na água. Essas doenças resultam da baixa qualidade da água utilizada para beber, lavar e outras finalidades (ANA, 2013).

As doenças diarreicas veiculadas por água são responsáveis pela morte de 1,8 milhões de pessoas por ano no mundo. A grande variedade de organismos patogênicos, além da sua pequena concentração nas águas do ambiente torna-os difícil de testar individualmente,

por isso, instituições e agências de saúde pública utilizam a presença de uma bactéria fecal, mais abundante e mais fácil de detectar, para servir como indicador da presença de contaminação fecal (MATTHIENSEN et al., 2014).

Os maiores riscos de contaminação microbiana vêm do consumo de água contaminada com agentes patogênicos provenientes de fezes humanas ou animais (CARR; NEARY, 2008). Além dos micro-organismos introduzidos nas águas pela contaminação fecal humana ou animal, existem diversos micro-organismos patogênicos, endêmicos em certas áreas que, uma vez introduzidos, são capazes de colonizar novos ambientes (ANA, 2013).

A água destinada ao consumo humano é um veículo importante de transmissão de enfermidades intestinais e com natureza infecciosa, daí a necessidade de uma avaliação rotineira da sua qualidade microbiológica (WACHINSKI, 2013).

### **3.4.1 MICRO-ORGANISMOS INDICADORES DE CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIA EM ÁGUAS NATURAIS.**

Indicadores microbiológicos têm sido utilizados mundialmente para verificar a contaminação de corpos d'água por resíduos humanos. Tipicamente são utilizados organismos que são encontrados em elevadas concentrações em fezes humanas. Os indicadores geralmente utilizados incluem coliformes totais e coliformes termotolerantes, além de *Enterococcus* (SHIBATA et al., 2004).

Bactérias indicadoras da qualidade de água são organismos usados para detecção e quantificação de níveis de contaminação fecal na água (MATTHIENSEN et al., 2014). O critério para que as bactérias sejam consideradas ideais como indicadoras de poluição de origem fecal é que estejam presentes em grande número nas fezes humanas e de animais; também devem estar presentes em efluentes residuais, serem detectáveis por métodos simples e não devem estar presentes em água limpa e serem exclusivamente de origem fecal (BARRELL et al., 2002).

#### **3.4.1.1 Coliformes termotolerantes**

A autora Scholten (2009) expõe que uma das mais utilizadas definições de coliformes termotolerantes é a citada na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que diz:

Coliformes termotolerantes são bactérias Gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase negativas, caracterizadas pela atividade da enzima-galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44-45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem

presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

Matthiensen et al. (2014) afirma que [...] essa temperatura, 44-45°C, é o fator de diferenciação entre os (termotolerantes) e (termosensíveis). Os termotolerantes são mais úteis como indicadores de contaminação fecal. Entretanto, alguns destes organismos também podem não ter origem fecal, portanto, o termo termotolerantes é mais correto. Na prática, tem-se o consenso de que a presença desses organismos numa amostra de água podem indicar contaminação fecal. Normalmente, mais de 95% dos coliformes termotolerantes isolados de amostras de água são da bactéria intestinal *Escherichia coli*, cuja presença prova, definitivamente, a origem fecal.

Os coliformes fecais estão associados a um elevado número de patologias, virtualmente suspeitos da maioria das infecções intestinais humanas até hoje conhecidas. Além de infecções intestinais, também podem estar envolvidos ou ter participação em diversas outras patologias, como meningites, intoxicações alimentares, infecções urinárias e pneumonias nosocomiais (KONEMAN et al., 2001).

O grupo de coliformes a 45°C é formado pelos coliformes que fermentam lactose, com produção de gás dentro de 24-48 horas, em temperatura de 45°C, normalmente em Caldo EC, podem ser *Citrobacter freundii*, *Enterobacter* sp., (incluindo *E. aerogenes* e *cloacae*), *Klebsiella*, etc. Entretanto, *Escherichia coli* é a única espécie cujo habitat é o trato gastrointestinal do homem e de animais. *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* podem desenvolver-se fora do trato intestinal, tais como vegetais e solo (FILHO; NASCIMENTO 2010).

#### 3.4.1.2 *Escherichia coli*

*Escherichia coli* é uma bactéria facultativamente anaeróbia, e normalmente encontrada no intestino grosso de animais endotérmicos de “sangue quente” (MATTHIENSEN et al., 2014).

Geralmente não está associada a efeitos prejudiciais à saúde, no entanto, sob certas circunstâncias, pode provocar doenças graves. Cepas patogênicas são responsáveis por infecções do trato urinário, sistema nervoso e sistema digestivo em humanos (WHO, 2003). Entretanto, a ausência de bactéria nem sempre significa a não existência de outros patógenos intestinais. *Escherichia coli* é o único biótipo da família Enterobacteriaceae que pode ser considerado exclusivamente de origem fecal (VASCONCELLOS; IGANCI; RIBEIRO, 2006).

A luz do sol tem sido considerada como o fator de maior detrimento para a sobrevivência da *E. coli* na água. Outros fatores que têm sido mostrados ou sugeridos como relacionados à sobrevivência de bactérias, são: temperatura, pH, nutrientes, predadores, tipo de solo, época do ano e competição com outros organismos (FERGUSON et al. 2003).

#### 3.4.1.3 *Enterococcus* spp.

Essas bactérias do grupo dos estreptococos fecais pertencentes ao gênero *Enterococcus*, caracterizam-se pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, como a capacidade de sobreviverem na presença de 6,5% de cloreto de sódio (halotolerantes), em pH 9,6 e em ampla faixa de temperatura (10° a 45°C) (DUARTE, 2011).

Segundo Wallis e Taylor (2003), a contaminação por organismos do gênero *Enterococcus* em águas superficiais, pode ter origem no esgoto doméstico ou pelo escoamento superficial da água de chuva sobre áreas destinadas à pecuária.

*Enterococcus faecalis* e *Enterococcus faecium* são as espécies predominantes em fezes humanas e esgoto, mas também estão presentes em fezes de animais em proporções variáveis. Alguns estudos indicam variações na distribuição de espécies de *Enterococcus* em populações de diferentes regiões geográficas (BLANCH et al., 2003; KÜHN et. al., 2003; FISHER; PHILLIPS., 2009). Os *Enterococcus* são indicadores alternativos de contaminação fecal em águas e sua identificação e quantificação é normalmente feita através da técnica de tubos múltiplos (BURBARELLI, 2004).

#### 3.4.1.4 *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas* é um micro-organismo envolvido em contaminação de água, cujas espécies estão distribuídas no solo, na água, em matéria orgânica em decomposição, podendo ser isoladas da pele, garganta e fezes de pessoas doentes e em indivíduos saudáveis de 3% a 5% (WAGNER et al., 2003).

*Pseudomonas aeruginosa* é a espécie mais frequentemente envolvida nas infecções com ampla localização e severidade, como aquelas do trato respiratório, trato urinário e da corrente sanguínea (PITTEN et al., 2001). A espécie é um importante patógeno oportunista e apresenta resistência à diversos antibióticos (CORRÊA et al., 2013).

*P. aeruginosa* produzem uma substância denominada “pseudocin” (LPS), que é um lipopolissacarídeo que age com um efeito bacteriostático sobre o crescimento do grupo dos

coliformes, *E. coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* e *Klebsiella* sp., dificultando o isolamento destes e alterando os resultados da pesquisa (COELHO et al., 2010).

#### 3.4.1.5 *Staphylococcus aureus*

A sua estrutura celular de cocos Gram-positivos é responsável por uma alta tolerância à desidratação, secura e baixa atividade da água, e explica em parte, a sua ampla distribuição e persistência no ambiente (FARIA et al., 2009).

*Staphylococcus aureus* é associado em agente causador de envenenamento por alimento. Muitas cepas produzem enterotoxinas, que quando ingeridas produzem sintomas de intoxicação alimentar (FREITAS, 2013).

*S. aureus* também pode invadir o nosso corpo através de alimentos contaminados com suas toxinas, provocando intensa infecção intestinal, vômitos e diarreia. Esses alimentos podem ser contaminados na hora de sua manipulação (por pessoas que estejam contaminadas com a bactéria em secreções nasofaríngeas ou com ferimentos nas mãos, abcessos ou acne). Produtos que não foram cozidos ou refrigerados adequadamente permitem a multiplicação desta bactéria e a produção de suas toxinas (MORAES, 2018).

#### 3.4.1.6 *Clostridium* spp.

Organismos do gênero *Clostridium* são importantes membros da flora gastrointestinal e cérvico-vaginal dos seres humanos, sendo encontrados no solo, sedimentos marinhos, vegetação em decomposição e trato intestinal de humanos, outros vertebrados e insetos. Infecções humanas com *Clostridium* podem resultar de infecção endógena ou exógena (BROOK, 2007).

Uma característica importante associada a este gênero bacteriano traduz-se na síntese e secreção de uma ampla diversidade de enzimas proteolíticas denominadas de exotoxinas, implicadas nos processos de patogenicidade destes micro-organismos (JOHNSON, 2005; POPOFF; BOUVET, 2013).

De acordo com Dürre (2007) citado por Ventura (2015), o gênero *Clostridium* produz mais tipos de toxinas do que qualquer outro gênero bacteriano, até agora são descritas 15 espécies deste gênero produtoras de toxinas (cerca de 10% do total de espécies), capazes de produzir 59 tipos de toxinas diferentes, representando cerca de 20% de todas as toxinas bacterianas até então conhecidas, podendo uma espécie produzir mais de um tipo de toxina (JOHNSON, 2005; DÜRRE, 2007; POPOFF; BOUVET, 2013).

Muitas espécies, incluindo espécies patogênicas (*C. perfringens*, *C. sporogenes*), podem fazer parte da flora comensal do trato gastrointestinal de humanos e animais de forma

permanente ou transitória o que faz destes micro-organismos (na maioria dos casos) agentes patogênicos oportunistas (BORRILELLO; AKTORIES, 2005).

### 3.5 LEGISLAÇÃO

As principais legislações brasileiras que se aplicam ao processo de enquadramento dos corpos d'água são compostas pelos seguintes dispositivos legais: resolução CONAMA nº 20/1986; resolução CONAMA nº 274/2000, que alterou a resolução CONAMA 20/1986 no que se refere à balneabilidade; resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece os critérios para classificação e enquadramento das águas em todo território nacional (SOBRAL et al. 2008).

Especificamente no Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), estabeleceu condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos em território nacional, de acordo com os seus usos preponderantes, e para o lançamento de efluentes. Essa resolução, como instrumento jurídico, fixou limites superiores ou inferiores para diversas variáveis em sistemas de água doce, salobra e salina (CUNHA et al, 2013).

No Art. 14 da Resolução CONAMA Nº357/2005 estabelece as condições e padrões das águas doces de classe I. No qual institui que:

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

No Art. 15. da Resolução CONAMA Nº357/2005 estabelece as condições e padrões das águas doces de classe II do qual estabelece que:

II - Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de Estudo

A presente pesquisa foi realizada na cidade de Pinheiro localiza-se a oeste do estado do Maranhão. Seu clima é tropical, quente e úmido, e possui duas estações distintas no ano, o verão quando a precipitação da chuva é baixa e o período chuvoso com uma maior precipitação. A cidade é circundada pelo rio Pericumã, que o separa dos municípios limítrofes. As águas rio Pericumã serve de abastecimento, são retirados os pescados e a população ribeirinha utiliza o rio como meio e transporte para se locomover entre povoados e municípios próximos.

No rio Pericumã foram escolhidos e demarcados pelas coordenadas quatro pontos de coletas. Cada ponto selecionado foi decidido com o intuito de estar próximo a bares à beira rio visitados pela população e turistas constantemente, uma comunidade ribeirinha e o canal por onde escoam os resíduos da vala do Gabião, vala esta que está paralela a várias ruas urbanas da cidade de Pinheiro.

Os pontos de coletas foram identificados como: Maria Santa Bar (2°30'51"S 45°4'11"W), Faveira Bar (2°30'49"S 45°4'12"W), Faveira 2 (ribeirinhos) (2°30'47"S 45°4'14"W), Faveira 3 (canal vala do Gabião) (2°30'43"S 45°4'25"W).

As figuras 4, 5 e 6 apresentam detalhadamente a localização do município de Pinheiro no estado do Maranhão, assim como os pontos de coletas no rio Pericumã em Pinheiro, MA.

**FIGURA 4** – Mapa do Estado do Maranhão e localização do município de Pinheiro.

Fonte: IBGE. Cidades. Pinheiro MA.

**FIGURA 5** – Mapa limítrofe do município de Pinheiro.

Fonte: Google Maps. Pinheiro, Maranhão.

**FIGURA 6** – Pontos de Coletas.



Fonte: Google Earth. Pontos demarcados pela autora.

## 4.2 Método de Coleta

A pesquisa foi realizada, no mês de maio do ano de 2015 (alta pluviosidade) e no mês de novembro de 2015 (baixa pluviosidade), às margens do rio Pericumã, nos seguintes locais: Maria Santa Bar, Faveira Bar, Faveira 2 (ribeirinhos) e Faveira 3 (vala do Gabião). Foram coletadas três amostras de água de cada ponto selecionado, totalizando 12 amostras.

Para a coleta das amostras foram utilizados frascos esterilizados, sendo estes acondicionados e transportados assepticamente em caixas isotérmicas ao Laboratório de Biologia (UFMA – CAMPUS PINHEIRO) e, em seguida encaminhado para o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Maranhão (PCQA –UFMA) para a execução das análises microbiológicas

### **4.3 Análise microbiológica**

As análises microbiológicas para verificar o número mais provável de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas por meio do exame presuntivo para coliformes totais e termotolerantes e exame confirmativo para coliformes totais e termotolerantes, pela técnica de tubos múltiplos por fermentação da lactose. Os coliformes totais são provenientes de água não tratada ou inadequadamente tratada. A presença de coliformes fecais indica contaminação fecal recente e a possível presença de patógenos. Cada amostra foi analisada separadamente, pelos mesmos métodos. Para a caracterização da presença de coliformes totais e fecais foi utilizada a metodologia estabelecida pela Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

#### **4.3.1 Exame presuntivo para coliformes totais e termotolerantes**

O exame presuntivo para coliformes totais e termotolerantes foi realizado pelo método de fermentação em tubos múltiplos. Na primeira série foi utilizado 10 mL da amostra de água e inoculados em tubos contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio em concentração dupla com tubos de Durhan invertido. Na segunda série foram inoculados 1mL da amostra em caldo Lauril Sulfato de Sódio em concentração simples com tubos de Durhan invertido. Posteriormente, a partir da amostra, foi preparado a diluição ( $10^{-1}$ ) em solução salina peptonada 0,1%. Em seguida, foi inoculado 1mL desta diluição na terceira série de tubos contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio em concentração simples com tubo de Durhan invertido. Os tubos foram incubados a  $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 horas. A suspeita de coliformes foi indicada pela formação de gás nos tubos invertidos de Durhan ou efervescência quando agitado sutilmente.

#### 4.3.2. Exame confirmativo para coliformes totais e termotolerantes

Para confirmar coliformes totais, as amostras que foram positivas no caldo Lauril Sulfato de Sódio foram repicadas para tubos contendo Caldo Verde Brillhante Bile em concentração a 2% lactose. Os tubos foram incubados a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24-48 horas em estufa bacteriológica. Para confirmação de coliformes termotolerantes as amostras positivas dos tubos de Caldo Lauril Sulfato de Sódio foram alíquotadas e inoculada em tubos contendo Caldo E.C. com tubo Durhan invertido, estes posteriormente foram incubados em estufa bacteriológica a  $45 \pm 0,2^\circ\text{C}$  por 24-48 horas. Foram consideradas amostras positivas aquelas que apresentarem produção de gás e fermentação da lactose. Para determinar o número mais provável da amostra, foi anotada combinação de números correspondentes aos tubos que apresentaram resultados positivos, e posteriormente, foi verificado o Número Mais Provável (NMP) de coliformes, de acordo com a tabela de NMP com referência disponível na Instrução Normativa n. 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo os resultados expressos em NMP/100 mL.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Qualidade da água no período de alta pluviosidade

Os indicadores microbiológicos avaliados no período de alta pluviosidade (maio/2015) apresentaram índices superiores em todos os pontos de coleta, essa avaliação de valor máximo de micro-organismos aceitos na água doce rege de acordo com a legislação brasileira. Os resultados da primeira análise microbiológica estão expostos na Tabela 1.

Pontos de coleta	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	EC	PA	AS	EF	C
MB	2400	1100	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
FB	2400	1100	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
F2	2400	2400	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
F3	2400	2400	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença

**TABELA 1** – Resultado da primeira análise microbiológica dos pontos de coleta para investigação da presença ou ausência de coliformes e bactérias no período de alta pluviosidade (maio/2015).

Fonte: Autoria própria.

MB: Maria Santa Bar, FB: Faveira Bar, F2: Faveira 2 (ribeirinhos) e F3: Faveira 3 (canal vala do Gabião).

EC: *Escherichia coli*; PA: *Pseudomonas aeruginosa*; SA: *Staphylococcus aureus*; EF: *Enterococcus faecalis*; C: *Clostridium*.

Analisando os resultados da Tabela 1 observa-se que todos os pontos coletados possuem o valor de 2.400 coliformes totais por 100 mL de água que foram mensurados através da tabela do Número Mais Provável (NMP).

Nos pontos “Maria Santa Bar” e “Faveira Bar” após análise microbiológica foi detectado o valor de 1.100 coliformes termotolerantes por 100 mL de água pelo (NMP). É importante ressaltar que estes dois pontos estão próximos à bares bem populares a beira rio da cidade de Pinheiro, dos quais várias pessoas utilizam dos arredores dos pontos para tomarem banho com água *in natura*.

Nos pontos “Faveira 2 (ribeirinhos) ” e “ Faveira 3 (canal vala do Gabião) ” as amostras destes dois locais apresentaram uma concentração de micro-organismos ainda maior, isto é, os números de coliformes termotolerantes duplicaram-se, em relação aos dois pontos anteriores, apresentando assim o valor de 2.400 coliformes termotolerantes/100 mL de água pelo NMP .

Costa et al. (2015), em pesquisa sobre a qualidade da água do Rio Itapecuru no município de Caixas, Maranhão, obtiveram índices acima de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL de água. Identificando ainda que os três pontos de coletas dos pesquisadores são distintos e possuíram valores  $\geq 1.600$  coliformes termotolerantes. Costa et al. (2015) afirma que:

Percebe-se que embora sejam distintos os locais de coletas há um percentual idêntico em todas as amostras, evidenciando assim, que o rio em sua extensão se encontra com alto nível de poluição. Os altos índices do NMP podem ser justificados pelo lançamento de esgotos e resíduos no rio a montante e no meio do perímetro urbano da cidade, o que acarreta maior contaminação neste ponto.

Segundo MATTOS e SILVA (2002), a falta de estrutura sanitária e principalmente o manejo inadequado de dejeções humanas e de animais incorporadas ao solo são os fatores mais importantes de contaminação dos recursos hídricos.

Os coliformes veiculados pela água são responsáveis por inúmeros casos de diarreia, assim, sua detecção e identificação na água assumem relevante papel dentro do contexto da Saúde Pública (HENNRICH, 2010).

Na tabela 1, a *Escherichia coli* está presente em todos os pontos de coleta trabalhados no Rio Pericumã, o que indica a perceptível existência de micro-organismos indicadores de contaminação, apresentando um crescimento desordenado dessa bactéria e possibilitando o desencadeio de doenças transmitidas pela água.

Na pesquisa pelo rio Itapecuru, Costa et al. (2015) apresenta a presença de *Escherichia coli* como principal contaminante fecal e Borsatto et al. (2010) consegue indicar um alto índice de contaminação fecal pela mesma bactéria no rio Cacau, em um curso d'água no município de Imperatriz-MA.

O maior agravante no rio Pericumã é a falta de saneamento básico, logo, não existe local apropriado para o despejo dos efluentes domésticos e industriais propiciando sérios riscos à saúde humana.

Os níveis do rio Cacau provavelmente são decorrentes dos de efluentes que não são tratados, em especial de origem domésticas, pela ocupação desordenada ao longo de seu percurso no município de Imperatriz, tornando suas águas inapropriadas para diversos usos humanos (BORSATTO et al., 2010).

O autor Vasconcelos (2005) afirma que, a bactéria *Pseudomonas aeruginosa* é um micro-organismo oportunista encontrado em qualquer habitat, incluindo água e sistema de distribuição, solo, ar e o próprio homem (VASCONCELOS, 2005).

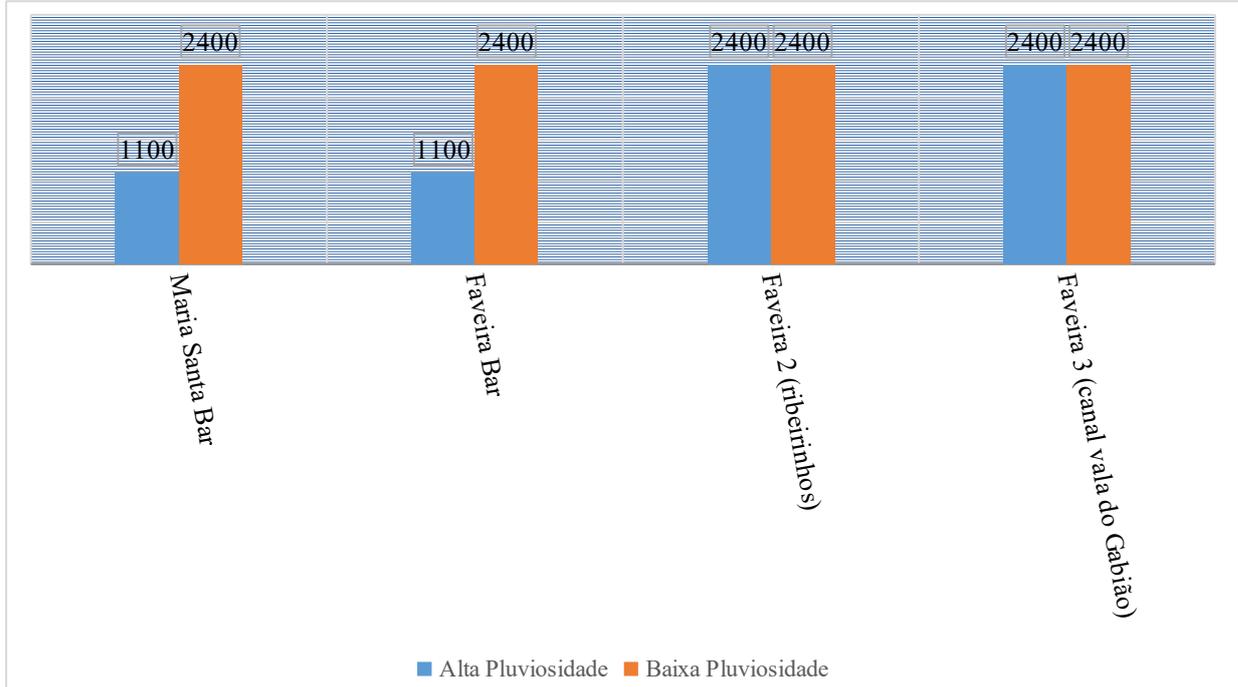
A contaminação da água por micro-organismos oferece um ambiente de prováveis doenças entéricas e infecções provenientes através da água. O efeito da má qualidade da água é causador um efeito mundial de mortalidade, assim como afeta intrinsecamente o meio ambiente. Água e a saúde devem estar aliados, para assim haver um melhor desenvolvimento e uma expectativa de vida melhor para a população, diminuindo assim, os malefícios provenientes da contaminação da água

A qualidade da água em todos os pontos de coleta está comprometida, isto é, tendo em vista a alta contagem de coliformes totais e termotolerantes, indicando contaminação por desejos humanos, devido à ocupação urbana das margens do rio nesse local, com total ausência de saneamento básico.

## **5.2 Qualidade da água no período de baixa pluviosidade**

Na visão geral dos resultados obtidos, os dois períodos das análises mostraram haver diferença significativa de concentração de micro-organismos entre o período de baixa e alta pluviosidade.

A coleta de amostras realizada no período de baixa pluviosidade (novembro/2015) mostrou índices superiores correlação a legislação brasileira. Os resultados dessa coleta estão demonstrados na Tabela 2.



**TABELA 2** – Resultado da segunda análise microbiológica dos pontos de coleta para investigação da presença ou ausência de coliformes e bactérias no período de baixa pluviosidade (novembro/2015).

Pontos de coleta	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	EC	PA	AS	EF	C
MB	2400	2400	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
FB	2400	2400	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
F2	2400	2400	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
F3	2400	2400	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença

Fonte: Autoria própria.

MB: Maria Santa Bar, FB: Faveira Bar, F2: Faveira 2 (ribeirinhos) e F3: Faveira 3 (canal vala do Gabião).

EC: *Escherichia coli*; PA: *Pseudomonas aeruginosa*; SA: *Staphylococcus aureus*; EF: *Enterococcus faecalis*; C: *Clostridium*

No período de baixa pluviosidade, os pontos “Maria Santa Bar” e “Faveira Bar” apresentaram 2.400 coliformes termotolerantes por 100 mL pelo NMP sendo superiores as concentrações do período de alta pluviosidade.

Abaixo, na (Figura 7) é apresentado o comparativo dos dois pontos nos dois períodos.

**FIGURA 7** - Concentração de coliformes termotolerantes por 100 mL de água entre os pontos de coletas durante a alta e baixa pluviosidade.

Fonte: Autoria própria.

A diferença dos valores entre os dois períodos se dá basicamente pela diminuição do volume do rio, dos quais os micro-organismos ficam mais concentrados por mL de água.

Diferente do que acontece no período de alta pluviosidade que, aumenta o volume de água do rio e os micro-organismos encontram-se mais diluídos por mL de água.

Segundo Lima (2008), a diminuição das águas pode aumentar a concentração de coliformes fecais, o que explica os elevados índices de coliformes termotolerantes em todos os pontos de coleta na baixa pluviosidade.

Portanto, no mês de novembro de 2015, na baixa precipitação, os pontos “Maria Santa Bar” e “Faveira Bar” apresentaram, cada um, uma concentração de 2.400 coliformes termotolerantes por 100 mL de água. Uma alta concentração de bactérias provocada pela contaminação das águas devido ao escoamento de efluentes domésticos, comerciais e indústrias do modo impróprio e no local inadequado.

Vasconcellos, Iganci e Ribeiro (2006) avaliou que nas coletas de verão, no período de baixa precipitação, encontraram os maiores índices de coliformes totais e um valor de coliformes termotolerantes elevado, entretanto, o valor de termotolerantes ficou mais equilibrado com as outras estações que ocorreu as coletas. Essa avaliação de resultados também ocorreu nos pontos “Maria Santa Bar” e “Faveira Bar” em que a concentração de termotolerantes do mesmo modo foi superior no período de menos chuvoso.

A poluição da água é intensificada no período de estiagem, devido principalmente a diminuição do volume de armazenamento da água no corpo receptor, fazendo com que aumente a concentração dos poluentes no referido ambiente aquático (ANDRADE et al., 2005).

Nos pontos “Faveira 2 (ribeirinhos)” e “Faveira 3 (canal vala do Gabião)” a concentração se manteve durante os dois períodos, de acordo com a figura 7. Apesar dos valores se manterem nos dois períodos, a concentração é elevada e preocupante. Essa leitura exhibe que os micro-organismos mesmo no período de alta precipitação e com o maior volume de água no leito estão sendo incorporados e empurrados para o curso de água através dos poluentes lançado no rio Pericumã.

No entanto, Silva (2006) em pesquisa sobre a qualidade de água na Baía de Guajará e do rio Guamá (Belém-PA) verificaram totalmente o inverso, encontrando a maior concentração de coliformes termotolerantes no período “intermediário chuvoso” e “chuvoso” e não tendo variação nos outros períodos “intermediário seco” e “seco”. Segundo AMARAL (2003), o escoamento superficial é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água.

O ponto “ Faveira 2 (ribeirinhos) ”, atribui uma atenção maior porque neste ponto, existe a presença de moradores ribeirinhos que utilizam da água do rio, *in natura*, sem

nenhum tratamento anterior, para realização de atividades diárias como tomar banho, atividades pesqueiras e a escoação dos dejetos domésticos no mesmo local, já que não existe saneamento básico na cidade.

No ponto “Faveira 3 (canal vala do Gabião)”, o acúmulo dos dejetos domésticos e indústrias estão em maior concentração, isto porque a vala do Gabião transpassa por várias ruas da cidade de Pinheiro do qual transporta os efluentes das casas e comércios da cidade de Pinheiro e que desemboca no rio Pericumã. O ponto “Faveira 3 (canal vala do Gabião)” é apenas o encontro do canal com leito do rio, ocasionando uma convergência de poluentes e contaminantes ao rio, resultando no aparecimento de diversas bactérias indicadoras da má qualidade e de possíveis patologias transmitidas através da água contaminada.

A contaminação dos corpos hídricos pode estar relacionada a ações humanas incorretas tais como lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais, desmatamento e manejo inadequado do solo causando erosão e conseqüente assoreamento dos rios, deposição inadequada de resíduos sólidos contaminando tanto as águas superficiais como subterrâneas, efluentes de suinocultura, poluição difusa em áreas urbanas, dentre outras fontes poluidoras (BASTOS, 2016).

Na Tabela 2 no período de baixa pluviosidade também houve a presença das bactérias *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosas* e o gênero *Clostridium* spp. Todas as bactérias encontradas são indicadores microbiológicos da água e a presença dos micro-organismos acima indica a contaminação da água. *Pseudomonas aeruginosa* e *Clostridium* são bactérias oportunistas e causadoras de infecções severas.

Com a detecção da *Escherichia coli* em águas naturais, é necessário a investigação da origem dos contaminantes e poluentes da água para evitar danos ao meio ambiente e a saúde pública. A espécie *E. coli* por se tratar de uma bactéria exclusivamente de origem fecal, já remete que a trajetória dos efluentes responsáveis pela contaminação não está de acordo e com certeza há um desvio inaceitável desse despejo incorreto.

Os micro-organismos do grupo dos coliformes são os principais indicadores de condições higiênico-sanitárias da água, refletindo o estado de qualidade. A ocorrência de *Escherichia coli* é considerada um indicador específico de contaminação fecal e a possível presença de patógenos entéricos (GUERRA et al., 2006).

A utilização de indicadores sanitário-ambientais é de grande importância para a vigilância ambiental, sendo ainda instrumento valioso na análise de informações sobre saúde e ambiente, colaborando para a execução de ações de controle de fatores ambientais que contribuem para a ocorrência de doenças e agravos em populações humanas (LIMA, 2008).

O despejo incorreto dos efluentes agride o meio ambiente, polui o rio e ainda aflige as comunidades com doenças provocadas pelos problemas higiênicos sanitário provocado pelas condições inadequadas.

Guimarães, Carvalho e Silva (2007) explicam que investir em saneamento é uma das formas de se reverter o quadro existente. Dados divulgados pelo Ministério da Saúde, citado pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2009), afirmam que para cada R\$1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se R\$4,00 na área de medicina curativa. As patologias aumentam o custo gerado para o tratamento de doenças transmitidas ou causadas por águas contaminadas no mundo todo. Segundo Adeodato (2006), o Ministério da Saúde o gasto é equivalente a US\$ 2,7 bilhões por ano.

Com a construção de um sistema de esgotos sanitários em uma comunidade procura-se atingir os seguintes objetivos: afastamento rápido e seguro dos esgotos; coleta dos esgotos individual ou coletiva (fossas ou rede coletora); tratamento e disposição adequada dos esgotos tratados, visando atingir benefícios como conservação dos recursos naturais; melhoria das condições sanitárias locais; eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas estéticos desagradáveis; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças; diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento (LEAL, 2008).

É inegável a importância dos serviços de saneamento básico, tanto na prevenção de doenças, quanto na preservação do meio ambiente. A incorporação de aspectos ambientais nas ações de saneamento representa um avanço significativo, em termos de legislação, mas é preciso criar condições para que os serviços de saneamento sejam implementados e sejam acessíveis a todos (BRASIL, 2007).

A promoção de saneamento básico como a coleta de esgoto e o tratamento do esgoto promove a inserção de melhorias como a diminuição de doenças transmitidas pela água, o equilíbrio do ecossistema, o uso adequado do rio no lazer, na irrigação, para as atividades pesqueiras sem nenhum risco de contaminação assim como a redução dos gastos públicos na área de saúde. O saneamento básico é diretamente proporcional a qualidade de vida de todas as comunidades que desfruta do rio Pericumã.

Da Cunha et al. (2010), afirma que, é de grande relevância manter a qualidade e a quantidade da água com políticas e ações que visem preservar e conservar esse recurso natural, para não pôr em risco a saúde pública, a qualidade de vida, o desenvolvimento socioeconômico além de prevenir doenças que são veiculadas pela água contaminada.

### 5.3 Classificação dos pontos de coleta.

Todos os pontos de coleta estão classificados na Classe 3, pois para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mL de água. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Lembrando que essa água não está apropriada para suprir necessidades de água de animais criados confinado pois, excede o número máximo de coliformes termotolerantes, que é de até 1.000 coliformes por 100 mL de água, para essa atividade.

As águas doces que são destinadas à balneabilidade (recreação em contato primário) são regidas pelas Resolução CONAMA nº 274/2000 que avalia nas categorias “próprias” ou “impróprias” (BRASIL, 2000).

Os pontos de coletas foram avaliados na categoria “própria” na tentativa de verificar se os mesmos se enquadravam em umas das subdivisões (excelente, muito boa ou satisfatória). Entretanto, o critério avaliado foi valor máximo de coliformes termotolerantes que não foi enquadrado em nenhuma das subdivisões da categoria própria.

Os pontos de coletas foram considerados impróprios, no trecho avaliado, porque não houve o atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias. Esse critério é estabelecido pela Resolução CONAMA nº 274/2000 no Art. 2º, inciso 4º, letra a. Que dispõe que:

Art. 2º As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 4º As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas própria.

A classificação se tornou necessária para saber como a água dos pontos de coletas podem ser utilizadas, assim como as condições e os padrões da água dos pontos coletados do rio Pericumã.

O rio Pericumã é o meio hídrico mais utilizado na cidade de Pinheiro e o despejo de efluentes domésticos e industriais no seu leito aponta através das classificações encontradas que os resíduos estão acarretando na poluição e no crescimento de micro-organismos indicadores de contaminação pelos pontos de coletas pesquisados.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através das análises microbiológicas apresentaram coliformes totais nas amostras, não tendo variação de concentração nos períodos de alta e baixa pluviosidade do ano de 2015, estabelecendo uma concentração contínua de 2.400 coliformes totais por 100 mL de água pelo NMP.

Nas amostras analisadas também foi encontrado a presença de coliformes termotolerantes do qual a *Escherichia coli* esteve presente em todos os pontos de coleta, durante os períodos de baixa e alta pluviosidade, o qual excedeu o nível normal de concentração de coliformes termotolerantes.

As análises microbiológicas apresentaram coliformes termotolerantes que classificou os pontos de coleta em classe 3 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. A água excede o nível normal que é 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL de água. Resultando em pontos impróprios para a recreação de contato primário, isto é, a água não está adequada para natação e/ou banhos. Águas da classe 3 (todos os pontos) deverá ser utilizada após tratamento convencional ou avançado se caso for utilizada no abastecimento para consumo humano.

A balneabilidade dos pontos de coleta e os tornando impróprios para o consumo de contato primário, isto é, mergulhos, natação ou banhos nos pontos de coletas analisados. As análises microbiológicas da qualidade da água do rio Pericumã nas proximidades ribeirinhas se tornou essencial afim de avaliar o impacto que o rio está recebendo através dos efluentes domésticos e industriais. A presença das bactérias indicadoras de contaminação, a exemplo da *Escherichia coli* pois a mesma é de origem estritamente fecal, expõe como a falta e a negligência do saneamento básico na cidade de Pinheiro está prejudicando e potencializando o desencadeio de doenças transmitidas pelo rio Pericumã nos pontos de coletas.

O escoamento dos dejetos humanos, domésticos, industriais e agrícolas são intensificados pela falta de saneamento básico na cidade de Pinheiro. A cidade não conta com a coleta de esgotos e muito menos com o tratamento do mesmo. A deficiência no setor de saneamento é alarmante, a infraestrutura dos serviços no estado é defasada e tanto governo estadual quanto o municipal não respondem de uma forma positiva para a resolução desse problema estadual, municipal e familiar.

## REFERÊNCIAS

- ADEODATO, S. O consumo consciente da água. **Bio nutrição e saúde**, São Paulo, v. 1, n. 2, 2006.
- ALVES, E. C.; SILVA, C. F. D.; COSSICH, E.S.; TAVARES, C.R.; FILHO, E.E.D.S.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó-Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v.30, n.1, 2008.
- AMARAL, L. A. D.; FILHO, A.N.; JUNIOR, O. D.R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v.37, p. 510-514. 2003.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Água no mundo. **Água no Mundo**. 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>. Acesso em: 25 out. 2018.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Quantidade de água**. 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 25 out. 2018.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura Brasil 2018**. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf> Acesso em: 19 mar. 2019.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013.
- ANDRADE, E. D.; PALÁCIO, H.; CRISÓSTOMO, L. D. A.; SOUZA, I. D.; TEIXEIRA, A. D. S. Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.36, n.2, p. 135-142. 2005.
- AZEVEDO M. V. **Estudo da relação entre hepatite a e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, baía de Sepetiba-RJ**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz; 2002.
- BACCI, D. L. L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.
- BARRELL, R.; BENTON, C.; BOYD, P.; CARTWRIGHT, R.; CHADA, C.; COLBOURNE, J.; COLE, S.; COLLEY, A.; DRURY, D.; GODFREE, A.; HUNTER, P.; LEE, J.; MACHRAY, P.; NICHOLS, G.; STORTORY, D.; SELLWOOD, J.; WATKINS, J. The Microbiology of Drinking Water - Part 1 - Water Quality and Public Health. Methods for the Examination of Waters and Associated Materials. **Environment Agency**. 2002.
- BASTOS, L. S. **Indicadores de qualidade da água para consumo humano em Municípios da Baixada Maranhense**. 2016. 85. f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

BLANCH, A. R.; CAPLIN, J. L.; IVERSEN, A.; KÜHN, I.; MANERO, A.; TAYLOR, H.D.; VILANOVA, X. Comparison of enterococcal populations related to urban and hospital wastewater in various climatic and geographic European regions. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, n. 6, p. 994-1002, jun. 2003.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Água, um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em:

<[www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publicacao/140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Água**. 2018. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf). Acesso em: 25 out 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento ambiental. **Transversal: saneamento básico integrado às comunidades rurais e populações tradicionais: guia do profissional em treinamento, nível 2**. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de vigilância em saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada a qualidade a qualidade da água para consumo humano**. Brasília: DF, 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p. 70-71. 2000.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p. 58-63. 2005.

BRASIL. Lei 11.445, 5 jan. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007.

BROOK, I.: **Anaerobic Infections Diagnosis and Management**. CRC Press, New York, 2007.

BORRILELO, S.P. e AKTORIES, K.A. Clostridium perfringens, Clostridium difficile, and other Clostridium species. In: BORRIELLO, S.P; MURRAY P. R; FUNKE, G. (Ed). **Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections**, 8ª edição. Hodder Arnold, Londres, p. 1089–1137. 2005.

BORSATTO, J. C. L; MARANHENSE, F. A; BORSATTO, M; MARANHENSE, F. A; ORLANDO, J; SILVA, M; CAVALCANTI, D. G. Análise da qualidade da água nos Rios Tocantins e Cacaú no trecho da construção da Ponte da Amizade. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.2, 2010.

BURBARELLI, R.C. **Avaliação da qualidade da água subterrânea e microbiologia do solo em área irrigada com efluente de lagoa anaeróbia**. Dissertação de (Mestrado Saneamento e ambiente. Campinas). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. 2004.

CARR, G. M.; NEARY, J.P. Water quality for ecosystem and human health. UNEP/Earthprint, 2008. Disponível em: [http://www.gemswater.org/publications/pdfs/water\\_quality\\_human\\_health.pdf](http://www.gemswater.org/publications/pdfs/water_quality_human_health.pdf). Acesso em: 19 nov. 2018.

CARVALHO, J.V; SILVA, T.R.C; CORDEIRO, A.F. MODIFICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM DO RIO PERICUMÃ, NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA CIDADE DE PINHEIRO-ESTADO DO MARANHÃO-BRASIL. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, p. 1-16, 2011.

CARVALHO, S. A. O direito fundamental ao saneamento básico como garantia do mínimo existencial social e ambiental. **Revista Brasileira de Direito**, v. 8, n. 2, p. 6-37, 2012.

COELHO M.I.S.; MENDES E.S.; CRUZ M.C.S.; BEZERRA S.S.; SILVA R.P.P. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco. **Acta Sci Health Sci**; Maringá, v.32, n.1, p. 1-8. 2010.

CORREIA, T. C. S.; DUARTE, H. A.; LOURENÇO, E. A.; RIBEIRO, G. J.; SILVA, L. F.; MEDEIROS, J. R. C.; SOUZA, N. C. P.; PEREIRA, C. A. S. Avaliação da População Microbiana Presente no Interior do Corpo das Torneiras de uma UTI em um Hospital no Município de Volta Redonda. **Cadernos UniFOA**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 17-21, 2013.

COSTA, C. F; AZEVEDO, C. A. S.D; FERREIRA, S.F.D; MOURA, E. P.S. Análise microbiológica da água do Rio Itapecuru em Caxias-MA, Brasil. **Revista Interface (Porto Nacional)**, [S./], n.10, 2016.

CUNHA, A.H.; TARTLER, N.; DOS SANTOS, R.B.; FORTUNA, J.L. Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas-BA. **Revista Biociências**, São Paulo, v.16, n. 2, 2010.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. D. C.; LAMPARELLI, M. C.; MENEGON JR, N. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005-2009). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v.18, n. 2, p. 159-168, 2013.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. D. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v. 16, 791-798, 2000.

DUARTE, P. **Microrganismos Indicadores de Poluição Fecal em Recursos Hídricos**. Monografia apresentada para obtenção de Pós-Graduação em Microbiologia. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. 2011.

DÜRRE, P. **Clostridia**, *Encyclopedia Of Life Sciences*. 2007. Disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470015902.a0020370/full> Acesso em: 10 nov. 2018.

FARIA, C.; MOREIRA, I.V; SERAPICOS, E.; NUNES, O.; MANAIA, C. Antibiotic resistance in coagulase negative staphylococci isolated from wastewater. s.l. **Science of The Total Environment**, vol. 407, p. 3876-3882. 2009.

FERGUSON, C.; HUSMAN, A.M.D.R.; ALTAVILLA, N.; DEERE, D.; ASHBOLT, N. Fate and transport of surface water pathogens in watersheds. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v.33, n.3, p. 299-361, 2003.

FILHO, V.E.M.; NASCIMENTO, A.R. **Práticas de laboratório em Química e microbiologia**. São Luís: departamento de Tecnologia química, 2010.

FISHER, K.; PHILLIPS, C. The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*. **Microbiology**, v. 155, n. 6, p. 1749-1757, jun. 2009.

FRACALANZA, A.P. Água: de elemento natural à mercadoria. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, 2005.

FREITAS, F. A. D., MESQUITA, A. J. D., SOLA, M. C., MOREIRA, N. M., & SENA, E. L. D. S. Estratégias de evasão de *Staphylococcus aureus* à imunidade inata. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.9, n.17; p. 1330. 2013.

FUNO, I.C.D.S.A.; PINHEIRO, C.U.B.; MONTELES, J.S. Identificação de tensores ambientais nos ecossistemas aquáticos da área de proteção ambiental (APA) da Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, 2010.

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.28, n.1, p.13-18, 2006.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.D.; SILVA, L. D. B.D. **Saneamento básico**. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2018.

HENNRICH, I. **Inter-relação entre as políticas públicas e o consumo de água não tratada nas comunidades de santa rosa e são pedro no município de PORTO UNIÃO-SC**. 2010. 106 f. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado) - Universidade do Contestado, Programa de mestrado em desenvolvimento regional, Canoinhas. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Zoneamento geoambiental do estado do Maranhão – Diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Salvador: IBGE, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/panorama>. Acesso em: 09 nov. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. **Mapa da Cidade de Pinheiro**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/pinheiro.html>. Acesso em: 26 mar. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Dados regionais**. 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/dados-regionais>. Acesso em: 11 nov. 2018.

JOHNSON, E. A. Clostridium botulinum and Clostridium tetani. *In*: BORRIELLO, S.P; MURRAY P. R; FUNKE, G. (Ed). **Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections**, 8ª edição. Hodder Arnold, Londres, p. 1035–1088. 2005.

KONEMAN, E. W. et al. **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2001.

KÜHN, I.; IVERSEN, A.; BURMAN, L.G.; OLSSON-LILJEQUIST, B.; FRANKLIN, A.; FINN, M.;... TAYLON, H. Comparison of enterococcal populations in animals, humans, and the environment – a European study. **International Journal of Food Microbiology**, v. 88, n. 2-3, p. 133-145, dez. 2003.

LEAL, F.C.T. **Sistemas de saneamento ambiental**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed, Juiz de Fora, 2008.

LIMA, A. M. C. **Indicadores sanitário-ambientais: classificação de bacias de esgotamento sanitário e micro-áreas na cidade de Salvador-BA**. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado)-Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2008.

LIMA, W.S. **Qualidade da água em Ribeirópolis: o açude do Cajueiro e a barragem do João Ferreira**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de São Cristóvão - UFS, Sergipe, Brasil, 2008.

LOPES, A. **Alcântara subsídios para a história da cidade**. 2ª Ed. São Paulo: Siciliano, 2002.

MARANHÃO – Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN, Laboratório de Geoprocessamento. **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA. p. 44. 2002.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MATTHIENSEN, A.; KLOCK, A. L. S.; BEDENDO, G. C.; MARTINI, R. **Monitoramento e Diagnóstico de Qualidade de Água Superficial**. Florianópolis, [s.n], p.127, 2014.

MATTOS, M. L. T.; DA SILVA, M. D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. **Embrapa Clima Temperado- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2002.

MORAES, D.S.S.L; JORDÃO, B.Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. 2018. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/roteiro pedagogico/publicacao/2612\\_Degradacao\\_da\\_agua.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/roteiro pedagogico/publicacao/2612_Degradacao_da_agua.pdf). Acesso em: 09 nov. 2018.

MORAES, P.L. **Características da bactéria *Staphylococcus aureus***. Brasil Escola. 2018. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/staphylococcus-aureus.html>. Acesso em 06 de nov. 2018.

NASCIMENTO, I.R.M.A. **Estudo Sócio-ambiental Dos Efeitos De Barragens Na Área De Proteção Ambiental Da Baixada Maranhense: O Caso Do Lago Cajari, Penalva-ma.** 2006.

NUGEO. **Núcleo Geoambiental. Bacias Hidrográficas Maranhenses.** UEMA. Disponível em: [http://www.nugeo.uema.br/?page\\_id=255](http://www.nugeo.uema.br/?page_id=255). Acesso em: 01 nov. 2018.

PITTEN, F.A.; PANZIG, B.; SCHRODER, G.; TIETZE, K.; KRAMER, A. Transmission of a multiresistant *Pseudomonas aeruginosa* strain at a German University Hospital. **J. Hosp. Infec.**, v. 47, p.125-130, 2001.

POPOFF, M. R. e BOUVET, P. . Clostridial toxins. **Future Microbiology**, v.4, n.8, p. 1021-1064. 2009.

REBOUÇAS, A.D.C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 327-344, 2001.

RESENDE, A.V. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. **Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E)**, 2002.

SELBORNE, L. **A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento.** Brasília. UNESCO, p. 80, 2001.

SANTOS, L.D. LEAL, A.C.. Gerenciamento de recursos hídricos no Estado do Maranhão–Brasil. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.5, n. 13, p. 39-65. 2013.

SANTOS, O. M. **Avaliação dos usos e ocupações das terras da bacia hidrográfica do rio Pericumã – MA, utilizando como parâmetros os padrões recomendáveis para uma área de proteção ambiental**, 2004. 153 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas). Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2004.

SCHOLTEN, C. **Dinâmica temporal da poluição fecal nas águas do Córrego Rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal-SP.** 2009. 66f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, 2009.

SILVA, D. F. D. **Utilização de indicadores biológicos na avaliação da qualidade da água da Baía do Guajará e do Rio Guamá (Belém-Pará)**. 2016. 72 f. Dissertação (Pós Graduação em Ciência Animal). Universidade Federal do Pará. Pará, 2016.

SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H. M.; FLEMING L. E.; ELMIR, S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v. 38, n. 1, p. 3119-3131, 2004.

SOBRAL, M. C. GUNKEL, G.; BARROS, A. M. de L.; PAES, R.; FIGUEIREDO, R. de C. Classificação de Corpos d' água segundo a diretiva-quadro da água da união Européia – 2000/60/CE. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 11 p. 30-39, 2008.

SOUZA, J. R; DE MORAES, M. E. B; SONODA, S. L., & SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodepa**, v.8, n.1, 2014.

SPERLING, Marcos Von. Princípios de tratamento biológico de águas residuais: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. V.1; 3.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.  
TOMASONI, M.A; PINTO, J.E.S.; SILVA, H.P. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GeoTextos**, v. 5, n. 2, p. 107-127, 2009.

TUCCI, C.E; HESPANHOL, I; CORDEIRO NETTO, O.D.M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília. UNESCO. 2001.

UN WWAP. United Nations World Water Assessment Programme. 2009. United Nations World Water Assessment Programme. The World Water Development Report 3: Water in a Changing World. UNESCO: Paris, France. Disponível em: <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/>. Acesso em: 19 nov. 2018.

VASCONCELLOS, F.C. D S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 2, p. 177-181, 2006.

VASCONCELOS, U. **Investigação do antagonismo entre *Pseudomonas Aeruginosa* e Bactéria do Grupo Coliforme**. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal do Pernambuco, Recife. CCB. Biotecnologia, 2005.

VENTURA, N.J.C. **As neurotoxinas de *Clostridium* sp. Os mecanismos de ação e sua importância clínica**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Porto. Universidade Fernando Pessoa. 2015.

WACHINSKI, M.C. **Análise microbiológica da água consumida diretamente de bicas d'água na cidade de Canoinhas/SC**. 2013. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Canoinhas. Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

WALLIS,J.L.; TAYLOR,H.D., Phenotypic population characteristics of the enterococci in wastewater and animal faeces: implications for the new European directive on the quality of bathing waters, **Water Science and Technology**, vol 47, n° 3, p. 27-32, 2003.

WAGNER, V.E.; BUSHNELL, D.; PASSADOR, L.; BROOKS, A.I.; IGLEWSKI, B.H. Microarray analysis of *Pseudomonas aeruginosa* quorum-sensing regulons: effects of growth phase and environment. **Journal of bacteriology**, v. 185, n. 7, p. 2080-2095, 2003.

WHO. World Health Organization. **WHO's Guidelines for Drinking-Water Quality**. 3th ed. 2003. Disponível em: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/en/gdwq3\\_1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_1.pdf). Acesso em: 05 nov. 2018.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**, fourth edition. 2011. Disponível em: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf). Acesso em: 11 nov. 2018.

YAMAGUCHI, M. U; CORTEZ, L. E. R; OTTONI, L. C. C & OYAMA, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O Mundo da Saúde**. [Internet], v.37, n.3, p. 312-320, 2013.