



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FLÁVIO DE PAULA E SILVA FERRARA  
WILSON POINCARÉ ANDRADE**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA BALNEABILIDADE NA PRAIA  
DA AMIZADE EM IPUEIRAS - TO**

**PORTO NACIONAL - TO**

**2017**

**FLÁVIO DE PAULA E SILVA FERRARA  
WILSON POINCARÉ ANDRADE**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA BALNEABILIDADE NA PRAIA  
DA AMIZADE EM IPUEIRAS - TO**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Ltda, como requisito para obtenção do grau de Bacharel, junto a Faculdade de Engenharia Civil.

Orientador: Me. Ângelo Ricardo Balduino

**PORTO NACIONAL - TO**

**2017**

**FLÁVIO DE PAULA E SILVA FERRARA  
WILSON POINCARÉ ANDRADE**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA BALNEABILIDADE NA PRAIA  
DA AMIZADE EM IPUEIRAS - TO**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos LTDA, como requisito para obtenção do grau de Bacharel, junto a Faculdade de Engenharia Civil.

Monografia apresentada e defendida em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ e aprovada perante a Banca Examinadora constituída pelos professores:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Ângelo Ricardo Balduino - Orientador

---

Prof. Me. Silvia Barros Gomes Souto

---

Prof. Me. Diogo Pedreira Lima

**PORTO NACIONAL - TO**

**2017**

## RESUMO

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é determinar o índice de balneabilidade na Praia da Amizade no município de Ipueiras - TO, para que se utilize de forma sistemática e racional os recursos naturais, para melhorar a qualidade de vida populacional e atender ao desenvolvimento sustentável. A Terra possui 70% de sua superfície coberta por esse líquido essencial à vida, o que torna um dos recursos mais abundantes do planeta. Entretanto, a maior parte da água do planeta não está disponível para a utilização pelos seres humanos. Por isso, pensa-se erroneamente que a água é um recurso inesgotável, mas na verdade ela constitui um recurso finito que deve ser usada sem desperdícios. O crescimento populacional e econômico ocasiona a degradação da água e conseqüentemente sua poluição e contaminação. Isso mostra que as ações humanas causam degradação ambiental que refletem o mau uso desse recurso hídrico tão importante para a vida do homem. Com isso, o estudo de balneabilidade aponta a qualidade da água e revela também a eficiência do saneamento, e ainda pode-se investigar as possíveis fontes pontuais e difusas de poluição e contaminação na área de abrangência desse estudo. A cidade de estudo desta pesquisa foi a praia da Amizade, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, no município de Ipueiras - TO. Foram selecionados três pontos na Praia, onde realizou-se coletas semanais entre os meses de fevereiro e março de 2017. A avaliação da qualidade da água foi fundamentada em indicadores do grupo de coliformes fecais estabelecidos através do monitoramento e análise dos dados segundo os parâmetros de balneabilidade definidos pela Resolução do CONAMA 274 de 2000 e 357 de 2005. Todas as amostras dos três pontos analisados apresentaram valores de *Escherichia coli* menores que 200NMP/100ml de amostra. Assim, de acordo com as legislações pertinentes, os valores de *E. coli* encontrados nessa faixa permitiram classificar os locais analisados como próprios e excelentes para a realização de atividades de contato primário, ou seja, balneáveis na maior parte do período analisado.

**Palavras-Chave:** Doenças. Recreação. Uso da água.

## ABSTRACT

In this context, the objective of this work is to determine the bathing index in Praia da Amizade in the municipality of Ipueiras - TO, in order to systematically and rationally use natural resources, to improve the quality of life of the population and to attend to sustainable development. The Earth has 70% of its surface covered by this essential liquid to life, which makes it one of the most abundant resources on the planet. However, most of the planet's water is not available for use by humans. Therefore, it is mistakenly thought that water is an inexhaustible resource, but in fact it constitutes a finite resource that must be used without waste. Population and economic growth lead to the degradation of water and consequently its pollution and contamination. This shows that human actions cause environmental degradation that reflect the misuse of this water resource so important to human life. Thus, the bathing study indicates water quality and also reveals the efficiency of sanitation, and it is also possible to investigate the possible diffuse sources of pollution and contamination in the area covered by this study. The study city of this research was Praia da Amizade, located in the Tocantins River Basin, in the municipality of Ipueiras - TO. Three points were selected in Praia, where weekly collections were performed between February and March 2017. The water quality assessment was based on indicators of the fecal coliform group established through the monitoring and analysis of the data according to the parameters of Balneability criteria defined by CONAMA Resolution 274 of 2000 and 357 of 2005. All samples of the three analyzed points had *Escherichia coli* values lower than 200 NMP / 100 ml of sample. Thus, according to the pertinent legislation, the values of *E. coli* found in this range allowed to classify the analyzed sites as proper and excellent for carrying out primary contact activities, that is, for most of the analyzed period.

**Keywords:** Diseases. Recreation. Water use.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de água no planeta .....	11
Figura 2 - Consumo de água no Brasil em 2013.....	14
Figura 3 - Antiga Babilônia .....	15
Figura 4 - Sistema de esgoto passando por toda a cidade Mohenjo Daro, Vale do Indo, Índia Antiga .....	16
Figura 5 - Exemplo de poluição física .....	19
Figura 6 - Banhos ao ar livre realizado durante o Império Romano .....	20
Figura 7- Praia da Amizade - Ipueiras - TO.....	26
Figura 8 - Localização da Praia da Amizade no município de Ipueiras - TO.....	27
Figura 9 - Coleta de amostras realizadas nesta pesquisa.....	29
Figura 10 - Amostras acondicionadas em caixas térmicas para análise .....	29

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação da temperatura da água .....	33
Gráfico 2 - Turbidez na água nos pontos analisados .....	34
Gráfico 3 - Turbidez na água nos pontos analisados .....	36
Gráfico 4 - Concentração de íons H <sup>+</sup> na água nos pontos analisados .....	37
Gráfico 5 - Quantidade de coliformes encontradas nas águas analisadas.....	39

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alguns tipos de uso de água .....	12
Quadro 2 - Principais doenças de veiculação hídrica.....	21
Quadro 3 - Limites de classificação das condições de balneabilidade das praias ....	23
Quadro 4 - Coordenadas dos pontos de coleta de água para análise do Ribeirão São João em Porto Nacional, Tocantins .....	27
Quadro 5 - Dados obtidos da temperatura da água .....	32
Quadro 6 - Dados obtidos da temperatura da água .....	34
Quadro 7 - Dados obtidos da condutividade elétrica da água.....	35
Quadro 8 - Dados obtidos do pH da água.....	37
Quadro 9 - Dados obtidos de coliformes fecais da água.....	38

## LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

APHA - American Public Health Association

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

GPS - *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global

NMP - Número Mais Provável

ONU - Organização das Nações Unidas

PAC - Programa de Aceleração do Crescimento

pH - Potencial de Hidrogênio

TO - Tocantins

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1 ESCASSEZ DA ÁGUA .....	13
2.2 SANEAMENTO BÁSICO .....	15
2.3 FONTES DE POLUIÇÃO DA ÁGUA .....	17
<b>2.3.1 Poluição física</b> .....	18
<b>2.3.2 Poluição química</b> .....	18
<b>2.3.3 Poluição biológica</b> .....	19
2.4 BALNEABILIDADE .....	19
<b>2.4.1 Condições de Saneamento e Indicadores de Balneabilidade</b> .....	21
2.5 ASPECTOS LEGAIS .....	23
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	25
3.1 OBJETIVO GERAL .....	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL .....	26
4.2 METODOLOGIA .....	27
<b>4.2.1 Plano de coleta de amostras</b> .....	28
<b>4.2.2 Análise Laboratorial</b> .....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
5.1 TEMPERATURA DA ÁGUA .....	32
5.2 TURBIDEZ .....	33
5.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA .....	35
5.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH .....	36
5.5 COLIFORMES .....	38
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>ANEXO</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

No início da humanidade quando o homem ainda era nômade, ele consumia todos os recursos da região em que tinha se fixado e depois migrava em busca de novas fontes de recursos, no entanto, quando seu modo social passou de nômade para sedentário, onde mantinha uma residência fixa percebeu que devia conservar os recursos naturais para permitir sua permanência em um determinado local, por um período maior de tempo.

A água é imprescindível para a sobrevivência dos seres vivos. E a sua qualidade da água tornou-se um fator decisivo para o desenvolvimento sustentável e para o aumento da qualidade de vida, passando a ser considerada com um recurso limitado no aspecto qualitativo e quantitativo.

O uso recreacional das águas exige requisitos específicos de qualidade, que mantenham às condições básicas de balneabilidade, considerando o risco oferecido à saúde humana pela exposição direta e prolongada à organismos patogênicos, metais pesados, cianotoxinas, insetos vetores, óleos e graxas presentes em corpos d'água contaminados (LOPES et al. 2013).

De acordo com a CETESB (2004), balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, como natação, mergulho, esqui-aquático, esse contato direto e prolongado com a água, possibilita a ingestão de uma grande quantidade de água.

O parâmetro indicador básico para a classificação dos cursos d'água com relação à balneabilidade em termos sanitários é a densidade de coliformes fecais, onde inúmeros fatores possibilitam a presença de esgotos, como: sistemas de coleta e deposição de resíduos gerados nas proximidades, o fluxo de turismo, principalmente em períodos de alta temporada, fisiografia do local, ocorrência de chuvas, entre outros.

Os corpos d'água poluídos e/ou contaminados por resíduos apresentam um risco potencial de expor os banhistas às doenças de veiculação hídrica.

Soares (2009) observa que surtos de vários tipos de doenças relacionadas à recreação em ambiente aquáticos ocorrem em áreas balneares de todo o mundo, principalmente nos períodos de alta temporada (verão). Há muitos fatores que possibilitam a ocorrência desses surtos, que estão diretamente

relacionados com o grau de contaminação do ambiente, características do patógeno e da população afetada.

Com isso, o estudo de balneabilidade aponta a qualidade da água e revela também a eficiência do saneamento, e ainda pode-se investigar as possíveis fontes pontuais, difusas de poluição e contaminação na área de abrangência desse estudo.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é determinar o índice de balneabilidade no ponto selecionado no município de Ipueiras para que se utilize de forma sistemática e racional dos recursos naturais, para melhorar a qualidade de vida populacional e atender ao desenvolvimento sustentável. Visto que as águas do rio Tocantins são utilizadas para diversos usos no município de Ipueiras, inclusive para abastecimento e recreação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A Terra conhecida como planeta água, isso porque 70% de sua superfície é coberta por esse líquido essencial à vida, o que o torna um dos recursos mais abundantes do planeta. Entretanto, a maior parte da água do planeta não está disponível para a utilização pelos seres humanos. Por isso, pensa-se erroneamente que a água é um recurso inesgotável, mas na verdade ela constitui um recurso finito que deve ser usada sem desperdícios (BARROS; AMIN, 2008).

Dessa forma, os autores observam que o crescimento populacional e econômico ocasiona a degradação da água e conseqüentemente sua poluição e contaminação. Isso mostra que as ações humanas causam degradação ambiental que refletem o mau uso desse recurso hídrico tão importante para a vida do homem.

Boff (2015) apresenta que 97,5% das águas dos mares e dos oceanos são salgadas, assim somente 2,5% é composta de água doce. No entanto, mais de 2/3 dessas águas doces estão localizadas nas calotas polares e geleiras e no cume das montanhas (68,9%); quase todo o restante (29,9%) são águas subterrâneas que compõem os lençóis freáticos, apresentadas na Figura 1. Dessa forma, apenas 0,9% estão localizadas nos pântanos e 0,3% nos rios e lagos. Destes 0,3% que estão em lagos e rios, 70% é utilizada na irrigação (agricultura), 20% à indústria e somente 10% destes 0,3% para uso humano e dessedentação dos animais.

Figura 1 - Percentual de água no planeta



Fonte: Willian (2012).

O uso da água quando ocorre de acordo com parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos estabelecidos que não oferece riscos à saúde (SANTOS; COZER, 2012).

O Quadro 1 apresenta as inúmeras formas de utilização da água pelo homem, conforme Lopes (2011):

Quadro 1 - Alguns tipos de uso de água

<b>USO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
<b>Abastecimento</b>	Fins culinários; Como bebida; Higiene pessoal; Lavagem de carros; Lavagens diversas na habitação; Irrigação de jardins e pequenas hortas particulares; Criação de animais domésticos, etc.
<b>Público</b>	Combate a incêndios; Escolas, hospitais e demais prédios ou estabelecimentos; Irrigação de parques e jardins públicos; Fontes ornamentais e chafarizes; Lavagem de ruas e demais logradouros públicos; Navegação.
<b>Industrial</b>	Indústria onde a água é utilizada como matéria prima (indústrias alimentícias e farmacêuticas, gelo, etc.); Indústria onde a água é usada para lavagem (matadouros, papel, tecido, etc.); Indústrias onde a água é utilizada para refrigeração (por exemplo, metalúrgica); Indústrias onde a água é usada para fabricação de vapor (caldeiraria), etc.
<b>Comercial</b>	Aquicultura; Escritórios, armazéns, oficinas; Restaurantes, lanchonetes, bares, sorveterias, etc.
<b>Recreacional</b>	Piscinas; Higiene pessoal; Lagos, rios, etc.
<b>Agrícola e pecuário</b>	Irrigação; Lavagem de instalações maquinário e utensílios; Bebidas de animais, etc.
<b>Energia elétrica</b>	Uso em derivação das águas do seu curso natural, gerando energia.
<b>Transferência de bacias</b>	Sistema de inter-relações de uso e descarte da água entre municípios.

Fonte: Lopes (2011).

Ainda em 2003, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) publicou um documento mostrando que as águas do planeta estão diminuindo, ao mesmo tempo, que o consumo aumenta.

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), em menos de cinquenta anos, mais de quatro bilhões de pessoas, ou 45% da população mundial, estarão sofrendo com a falta de água. Esse alerta foi dado em um

relatório apresentado na 7ª. Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, realizada no final de 2001, em Marrocos. Afirma, ainda, que antes mesmo de chegarmos à metade do século, muitos países não atingirão os cinquenta litros de água por dia, necessários para atender às necessidades humanas. Os países que correm maior risco são aqueles em desenvolvimento, uma vez que a quase totalidade do crescimento populacional, previsto para os próximos cinquenta anos, acontecerá nessas regiões. A entidade aponta a poluição, o desperdício e os desmatamentos, que fragilizam o ecossistema nas regiões dos mananciais e impedem que a água fique retida nas bacias – principais motivos para a causa da escassez da água (CAMARGO, 2003, p.02).

Atualmente, 40 % da população do planeta já percebe as consequências da falta de água, como o aumento da sede no mundo. Além do mais, a falta de recursos hídricos tem graves implicações econômicas e políticas para as nações (SEGALA, 2012).

## 2.1 ESCASSEZ DA ÁGUA

A redução do volume da água mundial é contínua e, frequentemente, silenciosa. Estudos mostram que das dez bacias hidrográficas mais concentradas mundialmente, grupo que abrange as proximidades do rio, como o indiano Ganges e o chinês Yang-tsé, cinco já são exploradas acima dos níveis considerados sustentáveis. Se não forem mudadas as formas de exploração desse recurso, cerca de 45% de toda a riqueza global será gerada em regiões com estresse hídrico (SEGALA, 2012).

O principal problema mundial com relação à água não é a falta, mas sim a desigualdade distributiva. Boff (2015) apresenta que 60% da água que pode ser utilizada pelo homem está distribuída em 9 países enquanto os outros 80 sofrem com a escassez de água.

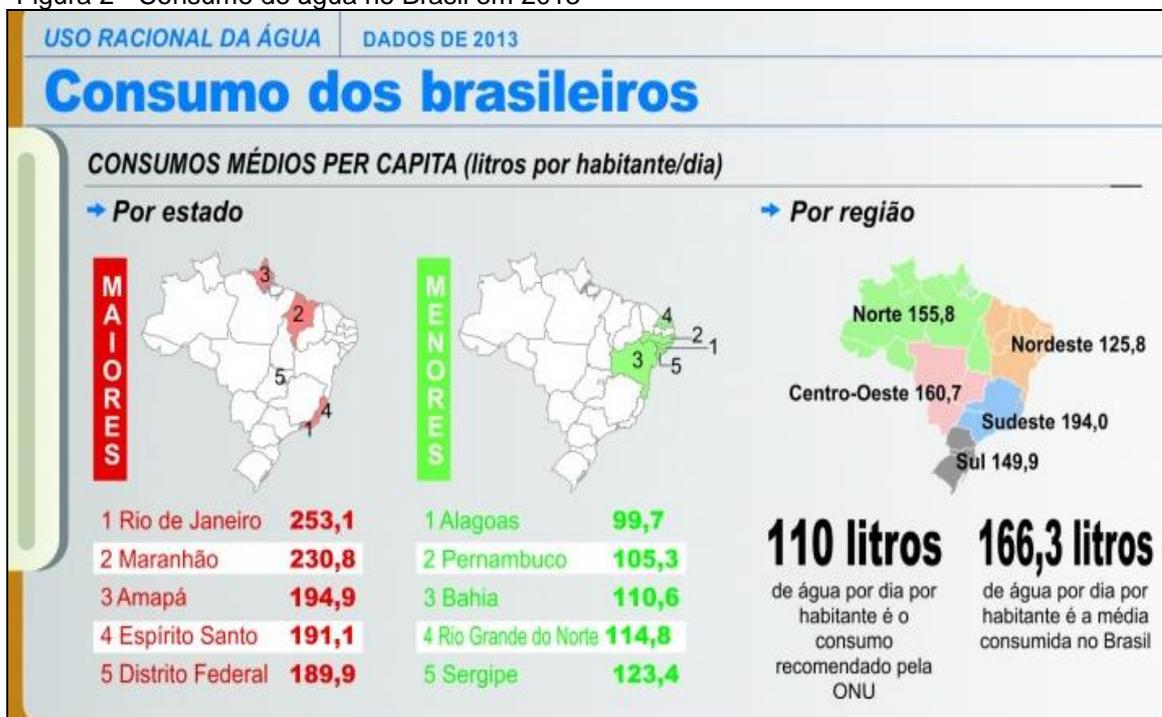
Pouco menos de um bilhão de pessoas consome 86% da água existente enquanto para 1,4 bilhões é insuficiente (em 2020 serão três bilhões) e para dois bilhões, não é tratada, o que gera 85% das doenças segundo OMS. Presume-se que em 2032 cerca de 5 bilhões de pessoas serão afetadas pela escassez de água (BOFF, 2015, p .01).

Conforme Evangelista (2015), o Brasil é o país com maior recurso hídrico, pois possui 12% da água doce mundial correspondendo a um total de 5,4 trilhões de metros cúbicos. No entanto, também há uma desigualdade de distribuição, 72% localiza-se na região amazônica, 16% no Centro-Oeste, 8% no Sul e no Sudeste e

4% no Nordeste. Mesmo com a abundância, os brasileiros não sabem utilizar a água sem desperdício, pois 37% da água tratada é desperdiçada, o que daria para suprir as necessidades hídricas da França, Bélgica, Suíça e norte da Itália.

Estudos realizados por Morandi (2013) apontam que o consumo brasileiro de água por dia está acima dos 110 litros recomendados pela ONU, já que o brasileiro consome cerca de 166 litros de água diariamente, conforme a Figura 2. As principais Estados consumidores desse recurso no país são Rio de Janeiro, Maranhão e Macapá.

Figura 2 - Consumo de água no Brasil em 2013



Fonte: Morandi (2013).

Pinheiro (2015) comenta que o desperdício de recursos naturais e a desigualdade social eleva a escassez de água no mundo. Por ano, morrem dez milhões de pessoas devido à disseminação de doenças de veiculação hídrica como a cólera, desinteira amebiana, salmonela, doenças respiratórias, viroses entéricas, parasitoses, entre outras.

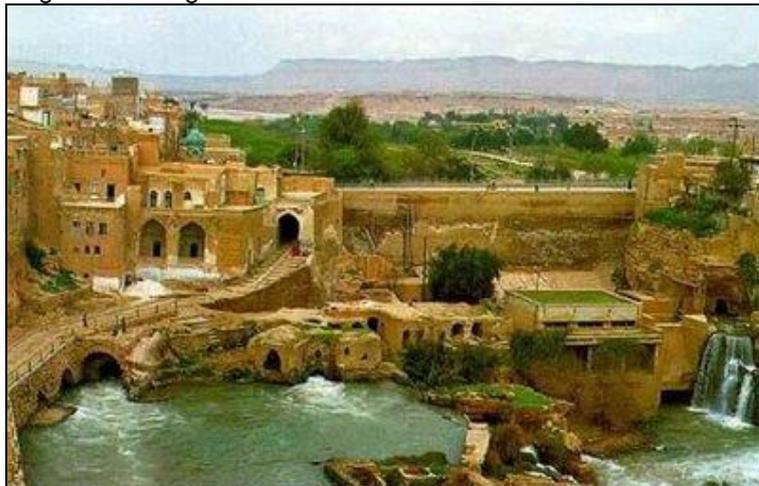
As características biológicas e físico-químicas das águas podem ser modificadas conforme o nível de poluição causado por inúmeros fatores, assim a qualidade da água é um termo que não se limita à determinação da sua pureza, mas está ligada às suas características de acordo com a finalidade que se deseja

utilizá-la. O parâmetro de qualidade das águas utilizadas na recreação, balneabilidade, “se enquadra na gestão ambiental na medida em que é entendida como verificação de critério de uso, instrumento de controle de qualidade e insumo para a formulação de políticas de desenvolvimento” (LIBÂNIO et al., 2005, p. 24).

## 2.2 SANEAMENTO BÁSICO

De acordo com Rezende e Heller (2008) desde a Antiguidade, há 6.000 anos, já havia a necessidade com os cuidados coletivos. Nuvolari (2011) aponta que havia galerias de esgoto em Nipur (Índia) e Babilônia, mostrada na Figura 3, construídas em 3750 a.C., na Roma Imperial havia ligações entre as casas e a redes de esgoto.

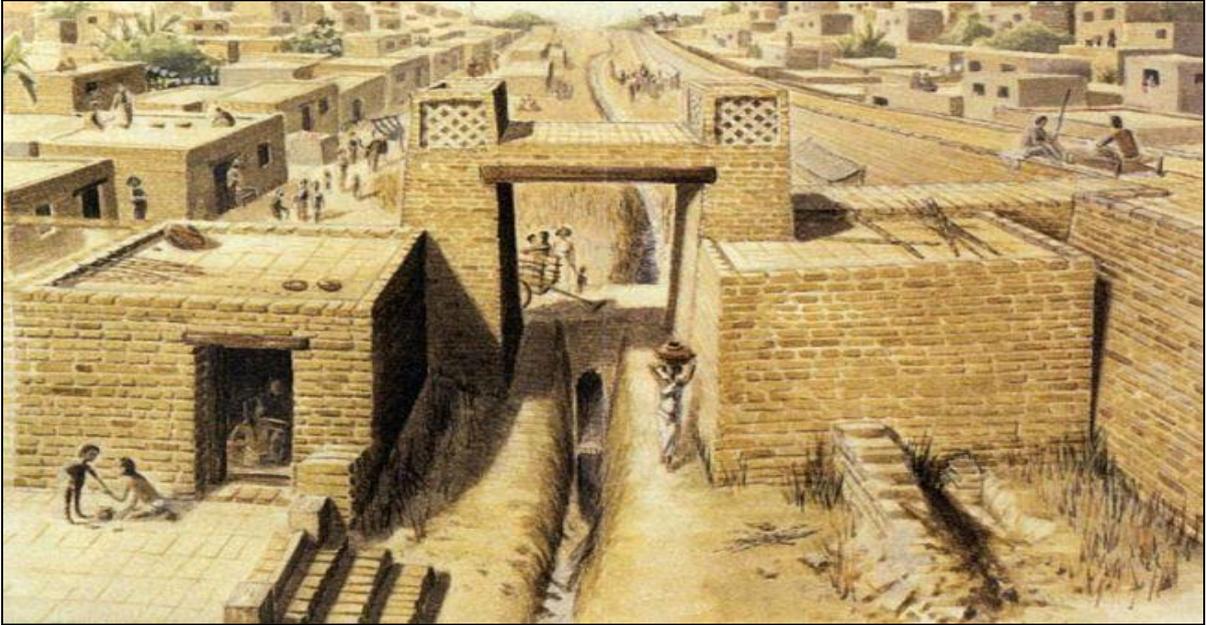
Figura 3 - Antiga Babilônia



Fonte: Santo Vivo (2016).

Os trabalhos de Heller (1997) e Costa (1994) observaram de há 4.000 anos ao norte da Índia, Grécia e Egito já tinham banheiros, rede de esgoto, drenagem e aquedutos. As ruas eram largas, pavimentadas e drenadas por esgotos cobertos. Esses canais de escoamento ficavam meio metro abaixo do nível do pavimento, normalmente, eram construídos em alvenaria de tijolos com uma argamassa de argila, como na Figura 4, e há 2.000 anos, médicos indianos aconselhavam à fervura de água antes do consumo humano.

Figura 4 - Sistema de esgoto passando por toda a cidade Mohenjo Daro, Vale do Indo, Índia Antiga



Fonte: Nuvolari (2011).

Antigamente, pensava-se que as doenças eram enviadas por um poder divino como forma de punição pela falta de cuidados de higiene (REZENDE; HELLER, 2008). Os gregos foram os primeiros a determinar que havia uma relação entre as doenças e a ausência de saneamento, com isso foram os precursores da saúde pública e os romanos se caracterizaram como “engenheiros sanitários” utilizando suas técnicas de construção para edificar sistemas de saneamento altamente desenvolvidos para a época.

No entanto, com o advento da microbiologia e epidemiologia, os estudiosos da época começaram a ligar a presença de doenças com a falta de saneamento, já nos anos de 1800, a cólera já era conhecida como uma doença de veiculação hídrica relacionada à ausência de boas condições sanitárias (COSTA, 1994).

Segundo Soares; Bernardes e Cordeiro Netto (2002) no Brasil até os anos de 1930 predominava a visão higienista, mas nas décadas de 1950 e 1960 havia um forte questionamento sobre a relação entre saneamento e saúde. A partir dos anos de 1980 estudos revelaram que a falta ou saneamento inadequado poderiam gerar doenças que afetariam a saúde do homem. A partir daí também houve a preocupação do impacto ambiental provocado pela ausência de saneamento.

Segundo Libânio (2005) a água contaminada aliada a ausência de saneamento modificam características físicas, químicas e/ou biológicas da água.

Assim, a contaminação da água pode ocorrer tanto de forma natural quanto pelas ações humanas.

De acordo com Turolla (2002) o governo de estados e municípios são responsáveis por realizar a gestão do sistema de saneamento, mas geralmente observa-se uma parceria entre setores públicos e privados na administração desse sistema.

Com o desenvolvimento do conceito de saneamento houve uma ligação com a cultura local, classe social, condições financeiras, nível de conhecimento e com relação ao impacto causado ao meio ambiente. Entretanto, todos esses fatores se voltam ao mesmo objetivo o bem-estar da população, pois a água contaminada ou poluída pode gerar doenças e propagar a presença de vetores, como insetos e roedores (RUBINGER, 2008).

O saneamento pode ser conceituado como “[...] uma intervenção física do homem no ambiente, visando manter ou alterar o meio, de forma a evitar e controlar doenças [...] e propiciar bem-estar para a população” (Costa, 1994, p. 11).

No Brasil, o setor de saneamento passou por vários problemas, como a precariedade de recursos, de legislação e de políticas, contudo, a partir de 2007, quando foi declarada a Lei do Saneamento (Lei 11.447/2007), publicado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC/ 2007) e a Lei dos Resíduos Sólidos em 2010 (Lei 12.305/2010) houve uma reestruturação do sistema de saneamento brasileiro (OLIVEIRA, 2014).

### 2.3 FONTES DE POLUIÇÃO DA ÁGUA

Desde a revolução industrial tem sido abordado a ação do desenvolvimento econômico com as consequências geradas no meio ambiente. A exploração e consequente degradação do meio ambiente ocasionado pelas ações humanas prejudicam a fauna e flora, além dos recursos aquáticos, pois a contaminação da água dissemina doenças (NETO, 2012).

A poluição das águas pode ocorrer através de fontes pontuais e fontes não-pontuais (difusa). As fontes pontuais consistem em ações que alteram um local, como efluentes de um coletor de esgoto doméstico ou industrial com ou sem tratamento. Enquanto que as fontes difusas ou não-pontuais consistem em

carreamento das poluições espalhadas sobre um terreno em meio urbano ou rural, pela ação das chuvas, levando-as aos rios, lagoas, etc., e que se espalha ao longo das margens. A fonte difusa é o principal tipo de poluição aquática nos grandes centros urbanos, pois tem sua origem em lixos acumulados em ruas e calçadas nos e na concentração de produtos tóxicos na agricultura (NIEWEGLOWSKI, 2006).

Santos; Silva; Belentani (2014) observam que nos países em desenvolvimento a ausência de saneamento básico e os resíduos de esgotos domésticos e industriais, incluindo os agrotóxicos, que contaminam a água.

Os autores destacam ainda que os produtos químicos tóxicos causam grande degradação na qualidade da água e a presença de organismos patológicos se reproduzem em águas contaminadas degradando ainda mais a qualidade da água.

Tucci (1998) comenta que a poluição das águas é ocasionada pela adição de substâncias ou de formas de energia que, de alguma forma, modificam as características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água que afeta o uso das águas para usos benéficos.

### **2.3.1 Poluição física**

A poluição física trata da modificação das características físicas da água, onde as principais são a poluição por resíduos sólidos e a poluição térmica.

➤ A poluição por resíduos sólidos caracteriza-se seja o resíduo sólido suspenso ou dissolvido, proveniente da grande atividade humana, oriundo principalmente de esgotos domésticos e industriais ou ainda carregados pelas precipitações (FIGURA 5).

➤ A poluição térmica é ocasionada pelo lançamento nos rios de água aquecida que foi gerada nos processos industriais, como siderúrgicas, refrigeração de refinarias e termoelétricas.

### **2.3.2 Poluição química**

Dois tipos de poluentes caracterizam a poluição química: (1) os biodegradáveis: caracterizada pelo depósito de produtos químicos que após certo período, são decompostos pela atividade metabólica de bactérias. São exemplos de

poluentes biodegradáveis os detergentes, inseticidas, fertilizantes, petróleo, etc. (2) os persistentes, ao contrário não são decompostos pelas bactérias, assim permanecem durante muito tempo no meio ambiente, degradando-o (PEREIRA, 2004). A Figura 5 exemplifica o tipo de poluição física.

Figura 5 - Exemplo de poluição física



Fonte: Santiago (2015).

### 2.3.3 Poluição biológica

A poluição biológica ocorre em decorrência da presença de organismo patogênicos, principalmente os oriundos de esgotos. Após a contaminação a água pode conter bactérias que provocam infecções intestinais epidérmicas e endêmicas; vírus que provocam hepatites e infecções nos olhos; protozoários que são responsáveis pelas amebíases e giardíases; vermes que provocam a esquistossomose e outras infestações.

## 2.4 BALNEABILIDADE

Os primeiros registros sobre a utilização da água para fins de balneabilidade são originados desde a época do império egípcio e romano, mostrada na Figura 6.

Figura 6 - Banhos ao ar livre realizado durante o Império Romano



Fonte: Vilar (2014).

Von Sperling (2003) observa que a 3000 anos antes de Cristo, já se utilizava a água para balneabilidade, no entanto, essa recreação só era destinada às castas mais nobres.

Enquanto que no Império Romano, três mil anos depois, a utilização de banhos e termas era realizado por toda a população, independentemente do nível social. Entretanto, as termas também eram utilizadas como banheiro, assim ficou conhecida como lavatrina, e posteriormente de latrina.

Seu uso principal ocorria no período noturno, quando as termas funcionavam também como centro de convívio social. Algumas termas romanas apresentavam grande capacidade de recebimento de banhistas. Atualmente, a situação é bem diferente, pois a praia tornou-se uma opção de lazer de baixo custo, e é bastante utilizada por toda a população (VON SPERLING, 2003).

Recentemente, a situação é bastante controversa, já que os locais de balneário constituem uma alternativa de lazer de baixo custo, sendo bastante utilizada por toda a população mundial.

Martins (2012, p. 24) conceitua a palavra balneário como 'relativo ao banho', "enquanto adjetivo, e possui significados variados quando utilizada como substantivo, podendo referenciar recintos públicos para banho, tais como estâncias hidrominerais ou termas".

A autora completa que em Portugal, o termo balneário é mais usado para designar locais onde os banhistas ou desportistas trocam de roupa e tomam banho antes e depois da prática de esportes.

Quintela (2004) observou em seu trabalho que os estabelecimentos balneares, termas ou casas de banhos possuem diferentes significados que variam de acordo com o país e com as culturas, mas ressalta que o termo mais frequente são estâncias hidrominerais e termais, locais onde se pratica o banho, seja em águas costeiras ou interiores, doces, salobras ou salgadas, são comumente chamadas de balneários.

#### 2.4.1 Condições de Saneamento e Indicadores de Balneabilidade

A disposição de esgotos sanitários em corpos receptores, sem um tratamento preliminar, possibilita a presença de agentes patológicos, micro-organismos que transmitem doenças aos seres humanos. No entanto, as enxurradas decorrentes das chuvas também podem levar agentes patogênicos (como excrementos de animais e seres vivos, resíduos e sedimentos) para as áreas de balneabilidade (AZEVEDO, 2001).

Esses micro-organismos entram no corpo humano por meio da via cutânea ou por ingestão de água contaminada. Essa contaminação humana acontece através do contato primário com águas de balneários. Sabe-se que mais de 100 tipos de organismos patogênicos podem ser encontrados em esgotos, como vírus, bactérias e parasitas (COSTA, 2006).

O Quadro 2 apresenta as doenças de veiculação hídrica mais comuns.

Quadro 2 - Principais doenças de veiculação hídrica

ORGANISMO	DOENÇA	AGENTE PATOLÓGICO	SINTOMAS/MANIFESTAÇÃO
<b>Protozoário</b>	Desintéria amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i>	Diarreia prolongada
	Giardíase	<i>Giardia lamblia</i>	Diarreia leve à forte, náusea, indigestão, flatulência
	Criptosporidiose	<i>Cryptosporidium</i>	Diarreia
	Balantidíase	<i>Balantidium coli</i>	Diarreia, disenteria
<b>Bactérias</b>	Desintéria bacilar	<i>Shigella dysenteriae</i>	Forte diarreia
	Enterite por Campylobacter	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Campylobacter coli</i>	Diarreia, dor abdominal, indisposição, febre, náusea, vômito
	Cólera	<i>Vibrio colerae</i>	Diarreia extremamente forte,

			desidratação, alta taxa de mortalidade
	Gastroenterite	<i>Escherichia coli</i> enteropatógena	Diarreia
	Febre paratifoide	<i>Salmonella</i> - várias espécies	Febre, diarreia, indisposição, dor de cabeça, aumento do baço, envolvimento dos tecidos linfáticos e intestinos
	Leptospirose	<i>Leptospira</i> - várias espécies	Icterícia, febre
	Febre tifoide	<i>Salmonella typhi</i>	Febre elevada, diarreia, ulceração do intestino delgado
<b>Helmintos</b>	Ascariíase	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Manifestações pulmonares, deficiência nutricional, obstrução intestinal e de outros órgãos
	Tricuríase	<i>Trichuris trichiura</i>	Diarreia, fezes com sangramento, prolapso retal
<b>Vírus</b>	Hepatite infecciosa	Vírus da hepatite A	Icterícia, febre
	Doenças respiratórias	Adenovírus - vários tipos	Doenças respiratórias
	Gastroenterite	Enterovírus, Norwalk, Rotavírus - vários tipos	Diarreia leve à forte, vômito
	Meningite	Enterovírus	Febre, vômito, enrijecimento do pescoço
	Poliomielite	<i>Poliomyelitis vírus</i>	Paralisia, atrofia

Fonte: Von Sperling (2005).

Azevedo (2001) observa que os efeitos das infecções microbianas são muito diversos incluindo desde infecções subclínicas à doenças respiratórias, dermatológicas, gastrintestinais, infecções oftálmicas e óticas até gastroenterites agudas, e outras desordens orgânicas que podem ocasionar a morte do indivíduo.

Embora os patogênicos sejam causadores de doenças, suas concentrações não são facilmente determinadas, além de representarem custos elevados. Para detectá-los a custos mais satisfatórios, são utilizados organismos indicadores ou traçadores, ou seja, se esses organismos são detectados, assume-se que os patogênicos também estão presentes (AZEVEDO, 2001).

A Resolução CONAMA 274/2000, que rege os aspectos de balneabilidade no Brasil, determina que as águas de contato primário devem ter o pH de 6 a 9 (à exceção de condições naturais), quando o pH está acima desses valores podem ocorrer irritação nos olhos e na pele dos banhistas (BRASIL, 2000).

Segundo Von Sperling e Von Sperling (2010) essas irritações ocorrem se houver um contato prolongado com águas de pH > 10, já nos pH < 2, não oferecem danos aos banhistas.

A qualidade do ambiente aquático é determinada através de medidas quantitativas, com determinações físicas e químicas (na água, no material particulado e nos organismos) e testes bioquímicos/biológicos (medidas de DBO, testes de toxicidade, aspectos visuais, inventário de espécies, odor, etc.), ou ainda por meio de medidas semiquantitativas e qualitativas tais como índices bióticos, aspectos visuais, inventário de espécies, odor, observando-se que tais determinações podem ser realizadas em campo e no laboratório (VASILIO, 2006).

O autor relata que a recomendação atual para identificar a presença de micro-organismos bacterianos e/ou patológicos é a identificação da presença de bactérias termotolerantes como *Enterococcus* spp. ou *Escherichia coli*, além da contagem das unidades formadoras de colônias.

Por isso, a importância do monitoramento das águas destinadas à balneabilidade, a fim de evitar a contaminação por micro-organismos patogênicos.

## 2.5 ASPECTOS LEGAIS

A Resolução CONAMA 274/200 trata da área de balneabilidade, qualidade das águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade e assim avalia a água na categoria própria ou imprópria.

O Quadro 3 apresenta as categorias de água para balneabilidade determinada pela resolução do CONAMA 274.

Quadro 3 - Limites de classificação das condições de balneabilidade das praias

<b>Categoria</b>	<b>Subdivisão de Categorias</b>	<b>Limite de coliformes fecais <i>Escherichia coli</i> e enterococos</b>
<b>Própria</b>	Excelente	Máximo de 250 coliformes fecais ou 200 <i>E. coli</i> ou 25 enterococos por 100ml em 80% ou mais do conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores.
	Muito boa	Máximo de 500 coliformes fecais ou 400 <i>E. coli</i> ou 50 enterococos por 100ml em 80% ou mais do conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores.
	Satisfatória	Máximo de 1.000 coliformes fecais ou 800 <i>E. coli</i> ou 100 enterococos por 100ml em 80% ou mais do conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores.
<b>Imprópria</b>		a) Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; b) Valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais ou 2.000 de <i>E. coli</i> ou 400 enterococos por 100ml; c) Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis pela água, indicada pelas autoridades sanitárias; d) Presença de resíduos ou despejos sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação.

Fonte: Brasil (2000).

Essa resolução estabelece que os órgãos competentes de controle ambiental devem realizar um monitoramento das condições de balneabilidade das áreas de recreação e realizar a divulgação dos dados obtidos da análise da água, para que haja a fiscalização e cumprimento da legislação específica (BRASIL, 2000).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Determinar o índice de balneabilidade na Praia da Amizade no município de Ipueiras - TO.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Observar a adequabilidade da utilização atual e futura da água;
- ✓ Identificar seus usos múltiplos;
- ✓ Correlacionar os dados obtidos no período em estudo com os padrões determinados pela legislação ambiental e literatura técnica.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A área de estudo desta pesquisa realizou-se na praia da Amizade, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, no município de Ipueiras - TO, apresentada na Figura 7.

Figura 7- Praia da Amizade - Ipueiras - TO



Fonte: Arquivo Próprio (2016).

A origem do nome Ipueiras vem de charco ou lagoeiro formado pelo transbordamento dos rios em lugares baixos, onde as águas se conservam durante meses e são piscosas. Esse nome definia inicialmente a fazenda de José Martins Pereira de Barros, o Major Tintino. Posteriormente, transformada em povoado, localizada ao lado direito do Rio Tocantins (IBGE, 2016).

O povoado de Ipueiras, originalmente, fazia parte do município de Porto Nacional - TO e depois de muitas lutas sociais conseguiu o desmembramento do município de Porto Nacional tornando-se município de Ipueiras através da Lei Estadual nº 801, de 19 de dezembro de 1995.

A população possui, conforme o último censo do IBGE (2016), 1.639 habitantes, numa área de 815, 254 Km<sup>2</sup>. Sua localização está apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Localização da Praia da Amizade no município de Ipueiras - TO



Fonte: Google Earth® (2017).

A área de estudo está localizada sob a latitude  $11^{\circ}15'31''$  sul e longitude  $48^{\circ}27'06''$  oeste, como ilustra a Figura 8. A praia da Amizade é utilizada pelos turistas e habitantes locais para o banho e recreação, localiza-se na margem direita do Rio Tocantins, a 2 km da cidade.

#### 4.2 METODOLOGIA

Foram selecionados três pontos (P1, P2, P3) de coleta por meio de um aparelho de GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global) ao longo do perímetro da praia da Amizade, em Ipueiras - TO, contemplando a área inicial, a área de banho e a parte final da praia.

A localização dos pontos de coleta para análise estão apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Coordenadas dos pontos de coleta de água para análise do Ribeirão São João em Porto Nacional, Tocantins

Pontos de Coletas	Latitude (S)	Longitude (W)
PI	$11^{\circ}12'08''$	$48^{\circ}24'57''$
PII	$11^{\circ}15'31''$	$48^{\circ}27'06''$
PIII	$11^{\circ}17'10''$	$48^{\circ}29'47''$

Fonte: Elaboração Própria (2017).

#### 4.2.1 Plano de coleta de amostras

Realizou-se coletas semanais nos três pontos selecionados entre os meses fevereiro e março de 2017 para a verificação dos coliformes fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli* das águas da praia da Amizade.

A identificação dos usos múltiplos da água da Praia da Amizade ocorreu por meio da observação nos pontos selecionados acerca de como a população local utiliza a água da praia.

#### 4.2.2 Análise Laboratorial

Utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos para determinar o Número Mais Provável (NMP/100ml) de bactérias do grupo de coliformes fecais para cada 100ml de água, de acordo com a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2007).

A partir dos dados obtidos foram realizados testes laboratoriais para verificar se a água coletada estava em conformidade com os parâmetros da qualidade da água com os critérios da Resolução CONAMA nº 274/00, que determinam as condições de balneabilidade.

A Figura 9 apresenta os recipientes esterilizados e descontaminados onde foram acondicionados a água coleta num dos pontos da pesquisa. As amostras microbiológicas foram colhidas em frascos de 250 ml e as físico-químicas em frascos de 1000 ml, em seguida acondicionadas em caixas térmicas, como na Figura 10, contendo gelo e levadas para serem processadas no laboratório do IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, em Porto Nacional e LAPEQ - Laboratório de Pesquisa em Química Ambiental, Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Campus Palmas - TO.

Figura 9 - Coleta de amostras realizadas nesta pesquisa



Fonte: Arquivo Próprio (2017).

A coleta dos valores de temperatura, pH, condutividade elétrica e turbidez realizou-se *in loco*, sendo que a temperatura foi analisada com o oxímetro, já o parâmetro de condutividade elétrica foi usado o condutivímetro, turbidez o turbidímetro e para o parâmetro pH o equipamento pHmetro, segundo os protocolos de uso destes equipamentos.

Figura 10 - Amostras acondicionadas em caixas térmicas para análise



Fonte: Arquivo Próprio (2017).

As análises foram realizadas no laboratório do IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, utilizando os respectivos materiais e métodos de aplicação.

Para a análise de temperatura foi introduzido o termômetro digital diretamente no trecho do ribeirão onde foi realizada a coleta para medir a temperatura da água.

Para a realização da análise de turbidez calibrou-se o equipamento com as soluções de 0,02 e 110 NTU e colocou-se 20 mL da amostra na cubeta do turbidímetro para fazer a leitura da turbidez

A análise de pH foi realizada com o pHmetro calibrado com os tampões de pH 4 e 7. Após, a amostra foi colocada no béquer e foi inserido o eletrodo para se fazer a leitura do pH.

Para a realização da análise de turbidez calibrou-se o equipamento com as soluções de 0,02 e 110 NTU e colocou-se 20 mL da amostra na cubeta do turbidímetro para fazer a leitura da turbidez.

A análise de condutividade elétrica foi realizada com um condutivímetro calibrado no padrão de 145,5  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Colocou-se a amostra no béquer e introduziu-se o eletrodo para se fazer a leitura da condutividade elétrica.

A análise de pH foi realizada com o pHmetro calibrado com os tampões de pH 4 e 7. Após, a amostra foi colocada no béquer e foi inserido o eletrodo para se fazer a leitura do pH.

Para a realização da quantidade de coliformes fecais presentes na água foi adicionado o reagente (Colilert) à amostra e levado ao incubador por 24 horas a uma temperatura de 35°C, em seguida foi despejado no Quanti-Tray/2000 (contagem de 1 a 2.419 por 100 ml), onde foi realizada a leitura do resultado, sendo elas:

- Cavidades amarelas = coliformes totais
- Cavidades amarelas/fluorescentes = coliformes fecais/ E. coli

Os resultados de coliformes totais e coliformes fecais foram obtidos simultaneamente, consultando a Tabelas apropriadas de Hoskins para se determinar o NMP de Coliformes totais e Coliformes Fecais.

As análises de sólidos dissolvidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total e fosforo total foram realizadas no LAPEQ - Laboratório de Pesquisa em Química Ambiental, também foram realizadas conforme Standard Methods (APHA, 2007).

Com isso, a análise da água da praia de Porto Amizade foi elaborada através das coletas de amostras, análise laboratorial, correlação com legislação e outros parâmetros significativos à avaliação da água para balneabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram tabulados e analisados, indicando a classificação da água da praia da Amizade no Rio Tocantins, ao serem comparados aos parâmetros de balneabilidade exigidos pela Resolução do CONAMA 274/00 e 357/05, apresentadas em Anexo.

O monitoramento da qualidade microbiológica da água em estudo procedeu-se durante os meses de fevereiro e março de 2017, período chuvoso e estiagem.

Observou-se que durante o período chuvoso a água apresentou uma coloração escura devido aos compostos sólidos que são levados para o leito do rio. Enquanto que no período de estiagem a água apresentou uma coloração transparente devido à ausência de movimentação da água. Apesar de a coloração mais escura da água não indica contaminação, pois a mesma pode estar contaminada e sua coloração ser caracterizada como incolor.

Durante as coletas não foi observado a presença de pessoas próximas aos locais de coleta, fato que pode ser justificado pela coleta ter sido realizada durante o início da semana e fora da época de temporada da praia.

### 5.1 TEMPERATURA DA ÁGUA

Durante período em estudo o ponto que manteve a média da temperatura mais elevada foi o Ponto II com 30,7°C, apresentado no Quadro 5, onde a temperatura mínima foi 29,8°C no Ponto III em abril de 2017 e a máxima de 31,4°C no Ponto I em abril de 2017.

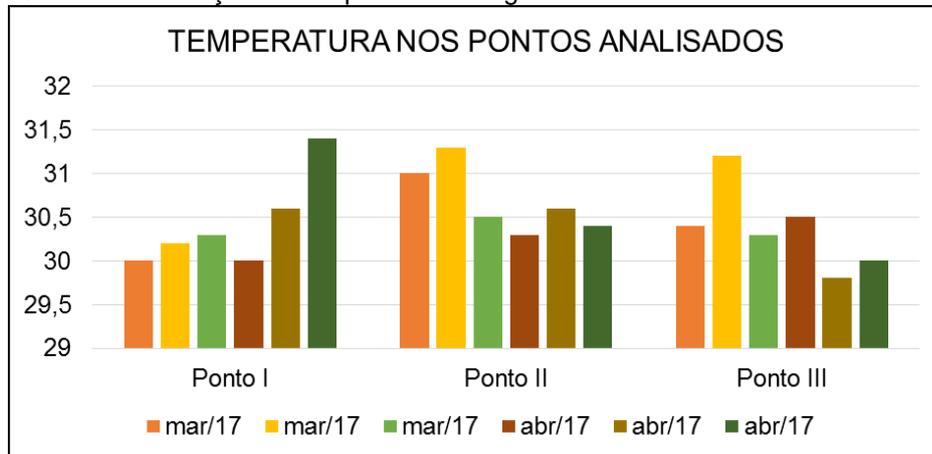
Quadro 5 - Dados obtidos da temperatura da água

<b>TEMPERATURA</b>	<b>PONTO I</b>	<b>PONTO II</b>	<b>PONTO III</b>
MAR/17	30	31	30,4
MAR/17	30,2	31,3	31,2
MAR/17	30,3	30,5	30,3
ABR/17	30	30,3	30,5
ABR/17	30,6	30,6	29,8
ABR/17	31,4	30,4	30
<b>MÉDIA</b>	<b>30,4</b>	<b>30,7</b>	<b>30,4</b>

Fonte: Elaboração Própria (2017).

Observa-se no Gráfico 1 que a maior variação de temperatura ocorreu na segunda coleta do mês de março. A variação da temperatura na água é proporcional à variação da temperatura atmosférica, embora esta ocorra de forma mais lenta e gradativa. Com base nesta sentença, pode-se afirmar que as alterações na temperatura do ar influenciarão diretamente a evolução da temperatura da água, quando consideradas somente fontes naturais de intervenção, conforme Angelocci e Villa Nova (1995) e ANA (2015).

Gráfico 1 - Variação da temperatura da água



Fonte: Elaboração Própria (2017).

A temperatura da água certamente tem maior influência sobre a vida e os sistemas aquáticos do que qualquer outra variável tomada isoladamente, já que que, influencia na taxa de crescimento, distribuição e desenvolvimento dos organismos aquáticos (EBERSOLE et al., 2001), por causa dos efeitos que acarreta sobre as reações químicas, em graus e formas dependentes de cada espécie (ALBUQUERQUE et al., 2012).

Por exemplo uma relação da temperatura da água ocorre com o oxigênio dissolvido e com a condutividade: o aumento da temperatura diminui a solubilidade dos gases (como o oxigênio) e aumenta a condutividade para uma mesma concentração iônica (FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2011).

## 5.2 TURBIDEZ

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em

suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, entre outros.

Dentre os resultados encontrados o valor mínimo foi de 9,24 NTU no Ponto III em março de 2017 e o máximo de 10,41 NTU no Ponto II em abril de 2017, e a média mais elevada de 9,73 NTU no Ponto III, apresentados no Quadro 6.

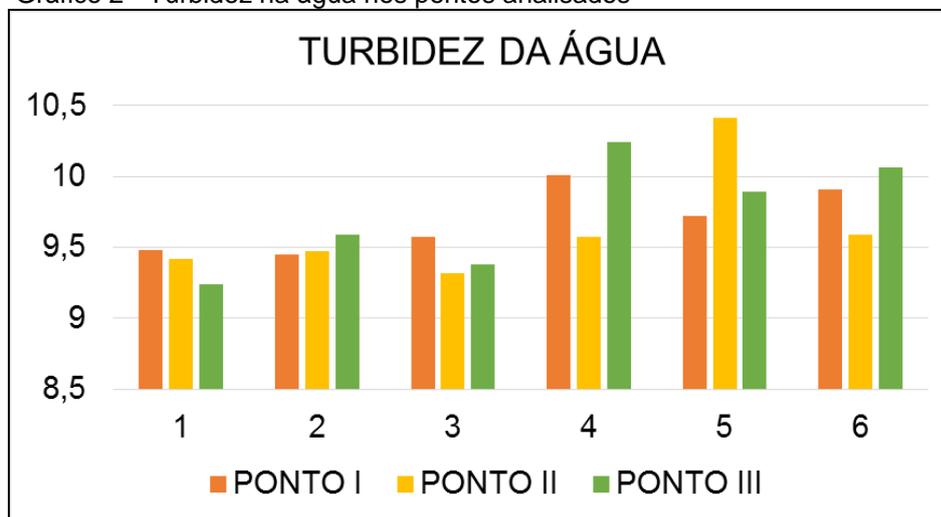
Quadro 6 - Dados obtidos da temperatura da água

<b>TURBIDEZ</b>	<b>PONTO I</b>	<b>PONTO II</b>	<b>PONTO III</b>
MAR/17	9,48	9,42	9,24
MAR/17	9,45	9,47	9,59
MAR/17	9,57	9,32	9,38
ABR/17	10,01	9,57	10,24
ABR/17	9,72	10,41	9,89
ABR/17	9,91	9,59	10,06
<b>MÉDIA</b>	<b>9,69</b>	<b>9,63</b>	<b>9,73</b>

Fonte: Elaboração Própria (2017).

Como mostra O Gráfico 2, estando todos de acordo com o valor estabelecido pela resolução 357/05 do CONAMA que determina o valor máximo de 100 NTU.

Gráfico 2 - Turbidez na água nos pontos analisados



Fonte: Elaboração Própria (2017).

A maior média foi de 10,41 NTU na segunda semana de abril de 2017, mostrados no Quadro 6, pode ser resultado das chuvas que levam resíduos para o leito do rio e de acordo com Von Sperling (2005), caso esse sólido apresente origem natural não gera inconvenientes diretos, em corpos d'água, mas podem reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese (FERREIRA; PÁDUA, 2010).

Além disso, a turbidez elevada pode ser resultado da erosão das margens dos rios em estações chuvosas, ou então do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação, fato este que pode indicar uma possível contaminação da água conforme observa Nascimento (2014).

### 5.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade representa a condutância de eletricidade na água devido à presença de substâncias dissolvidas, sendo diretamente proporcional à concentração iônica e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes (LIBÂNIO, 2005).

Observou-se nos dados obtidos que o valor mínimo foi de 47,04  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no Ponto I em março de 2017 e máximo de 54,76  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no Ponto III em abril de 2017 que podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7 - Dados obtidos da condutividade elétrica da água

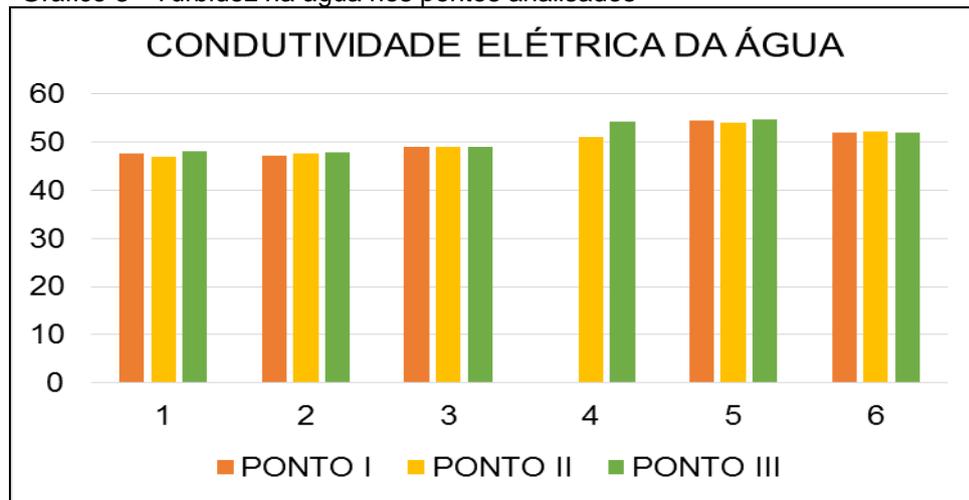
<b>CONDUTIVIDADE ELÉTRICA</b>	<b>PONTO I</b>	<b>PONTO II</b>	<b>PONTO III</b>
MAR/17	47,56	47,03	47,96
MAR/17	47,04	47,60	47,85
MAR/17	48,90	48,88	48,95
ABR/17	51,32	50,96	54,12
ABR/17	54,43	53,93	54,76
ABR/17	51,94	52,08	51,84
<b>MÉDIA</b>	<b>53,19</b>	<b>53,01</b>	<b>53,30</b>

Fonte: Elaboração Própria (2017).

Libânio (2005) esclarece que águas naturais apresentam condutividade elétrica inferior a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , podendo atingir 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em corpos d'água que recebem efluentes domésticos e industriais.

No Gráfico 3 nota-se que houve pouca variação da condutividade durante o período de coleta de dados. Em todos os resultados, o valor esteve inferior a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , o que indica a baixa salinidade destas águas, onde o valor médio máximo encontrado foi de 59,87  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no Ponto Um (PI), sendo um valor considerável para irrigação de diversas culturas.

Gráfico 3 - Turbidez na água nos pontos analisados



Fonte: Elaboração Própria (2017).

A água da chuva do escoamento superficial carrega materiais como areia, argila, matéria orgânica e sais. Como a condutividade está diretamente relacionada com a quantidade de sais dissolvidos, pode-se estabelecer uma relação entre o aumento da condutividade elétrica e o período chuvoso que poderia resultar na diluição de sais na água, onde na seca a baixa vazão do rio não permitiria essa homogeneidade.

#### 5.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

Caracteriza a concentração de íons  $H^+$  que representa a intensidade da condição ácida ou alcalina do ambiente aquático. Indica, de forma indireta, a capacidade de tamponamento das águas através do equilíbrio entre íons hidróxidos e ácidos orgânicos. O valor de pH atua diretamente no grau de solubilidade de diversas substâncias, na distribuição das formas livres e ionizadas de diversos compostos e pode, inclusive, definir a toxicidade de vários elementos (MACHADO, 2013).

Os resultados obtidos nessa pesquisa com relação ao pH da água em análise o menor valor do pH foi no Ponto III com 6,01 em março de 2017 e o maior foi no Ponto I com o valor de 7,02 em abril de 2017.

A média realizada a partir dos resultados esteve com maior valor no Ponto I, sendo ele 6,70 como apresenta o Quadro 8. Durante esse período, o pH, passou por discretas oscilações, mas permaneceu dentro do intervalo permitido pela Resolução CONAMA 357/05, que recomenda para mananciais valores de pH em

torno de 6,0 a 9,0. O valor máximo de 7,02 indicou um pH neutro, as que ficaram abaixo de 7 estavam levemente ácidas.

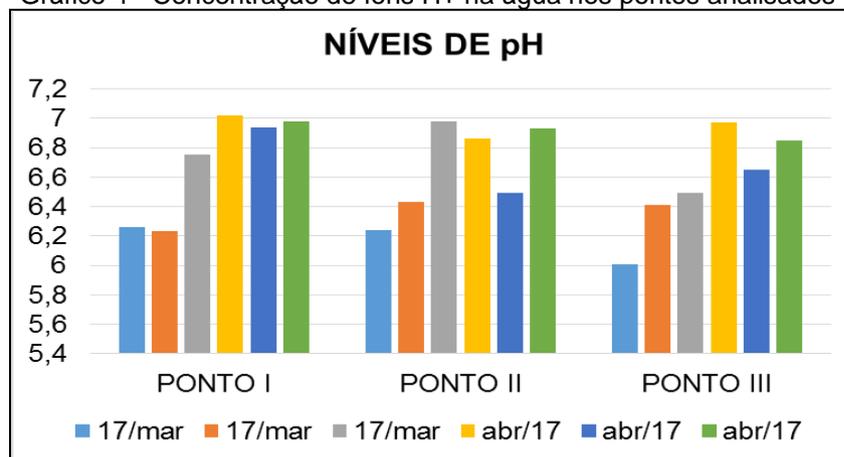
Quadro 8 - Dados obtidos do pH da água

pH	PONTO I	PONTO II	PONTO III
MAR/17	6,26	6,24	6,01
MAR/17	6,23	6,43	6,41
MAR/17	6,75	6,98	6,49
ABR/17	7,02	6,86	6,97
ABR/17	6,94	6,49	6,65
ABR/17	6,98	6,93	6,85
<b>MÉDIA</b>	<b>6,70</b>	<b>6,66</b>	<b>6,56</b>

Fonte: Elaboração Própria (2017).

Machado (2013) destaca que águas que apresentam baixos valores de pH (condição ácida) podem potencializar a solubilização e liberação de metais adsorvidos em sedimentos, influenciando as concentrações de fósforo e nitrogênio o que reduz a decomposição de matéria orgânica. No entanto, as águas analisadas nessa pesquisa não apresentaram valores ácidos, mas sim neutros, de modo geral como mostra no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Concentração de íons H<sup>+</sup> na água nos pontos analisados



Fonte: Elaboração Própria (2017).

Por influenciar na dinâmica de diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A sua influência nos ecossistemas aquáticos reflete na fisiologia das diversas espécies, uma vez que seus valores podem favorecer ou delimitar o crescimento de

diferentes espécies, como micro-organismos e algas (PINTO; OLIVEIRA; PEREIRA, 2010).

## 5.5 COLIFORMES

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, desintéria bacilar e cólera (BARIANI et al., 2010).

A bactéria *Escherichia coli* foi encontrada em todas as amostras analisadas durante o período em estudo. O Ponto I apresentou na segunda semana de abril de 2017 o valor mais elevado de *E. coli*. Enquanto o Ponto III apresentou na primeira semana o menor valor com 21,62 NMP/100ml, conforme mostra o Quadro 9.

Quadro 9 - Dados obtidos de coliformes fecais da água

<b><i>Escherichia coli</i></b>	<b>PONTO I</b>	<b>PONTO II</b>	<b>PONTO III</b>
MAR/17	38,55	35,94	31,62
MAR/17	46,96	47,94	51,56
MAR/17	55,93	59,73	63,66
ABR/17	62,86	70,68	70,87
ABR/17	84,98	81,79	76,38
ABR/17	92,28	89,36	104,33
<b>MÉDIA</b>	<b>63,59</b>	<b>64,24</b>	<b>66,40</b>

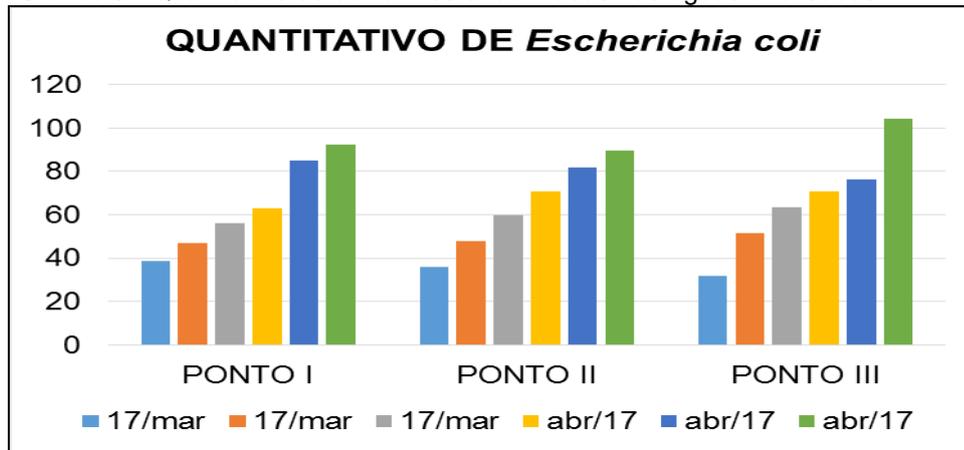
Fonte: Elaboração Própria (2017).

A Resolução CONAMA 274/00 especifica que pelo menos 80% das amostras analisadas apresentem uma contagem de *Escherichia coli* inferior a 800 NMP/100 ml de amostra para que a balneabilidade da praia seja considerada na categoria própria e subcategoria satisfatória.

As médias dos Pontos I, II e III foram respectivamente, 42,09, 44,24 e 41,79, assim a qualidade da água desses pontos para balneabilidade caracteriza-se na categoria como própria e na sub-categoria como excelente.

No Gráfico 5 observa-se que o quantitativo de coliformes encontrados nos três pontos analisados estão dentro do limite determinado pela legislação.

Gráfico 5 - Quantidade de coliformes encontradas nas águas analisadas



Fonte: Elaboração Própria (2017).

A variação da presença de coliformes fecais (*E. coli*) pode ter ocorrido devido ao escoamento superficial das águas provenientes da chuva sobre o solo contaminado com resíduos e fezes de animais de sangue quente ou pela presença de fossas privadas e ausência de rede de esgoto nos estabelecimentos no entorno, comprometendo assim a qualidade das águas para recreação. Isso é explicado pelo aumento do fluxo pluviométrico no verão e consequente transporte de microrganismos presentes no entorno dos mananciais (MORAIS; SILVA, 2012).

Para a análise de indicador microbiológico, a *E. coli* foi adotada por ser considerada o parâmetro mais importante para expressar níveis de poluição ambiental de origem sanitária tendo como referência legal a Resolução CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000).

A Resolução 274/2000 discorre em seu artigo terceiro em relação a interdição de trechos das praias e balneários se o órgão de controle ambiental constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a tal medida. Os trechos devem ser interditados também caso ocorram acidentes como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

Desse modo, a condição de balneabilidade das água da praia da Amizade foram satisfatórias, ou seja, são próprias para recreação primária. No entanto, destaca-se que a baixa quantidade de *E. coli* pode ser reflexo da baixa quantidade de banhistas, pois o período de coletas ocorreu fora da alta temporada de praias da

região. Mesmo com os baixos valores de coliformes fecais, sua presença é preocupante já que a presença de coliformes indica que pode haver um crescimento de micro-organismos patogênicos ao longo do ano, caso essas águas não seja monitoradas corretamente.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho de campo verificou que, no período analisado em questão e analisando a condição de balneabilidade de contato primário, as águas da Praia da Amizade, localizada no município de Ipueiras, encontram-se adequadamente aptas à prática de atividades recreativas de contato primário, sendo classificada como própria e excelente, segundo a Resolução 274/2000 do CONAMA, já que todas as amostras apresentaram valores de *E. coli* inferiores a 200 UFC/100 mL, sendo que o menor valor encontrado foi de 31,62 NMP/100ml e o maior valor foi de 104,33 NMP/100ml foram encontrados no Ponto 3.

Pode-se observar que a quantidade de banhistas e a ocorrência de chuvas durante o período analisado são fatores que interferiram diretamente nas condições de balneabilidade da praia Beira Rio.

A Praia da Amizade não possui boletins informativos sobre a qualidade da água. A região estudada necessita de contínuo monitoramento, pois a mesma é frequentada por um considerável número de pessoas na temporada de praia (julho – inverno seco).

Assim, é necessária a introdução de ações preventivas (campanhas de educação ambiental e otimizar a infraestrutura dos locais) para melhorar a qualidade da água, principalmente através da sensibilização dos banhistas através dos medidas e políticas de manutenção por parte da administração pública. Visto que, trata-se de uma região que está em processo de urbanização, o que poderá acarretar em uma possível deterioração da qualidade da água, caso não sejam tomadas as providências necessárias em relação à implantação dos serviços de saneamento básico.

Recomenda-se para trabalhos futuros análises referentes às condições parasitológicas e microbiológicas da areia da praia para certificar que todo o espaço recreativo da praia encontra-se apto à atividades recreativas.

## REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portal da Qualidade das Águas. **Indicadores De Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A. Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba-SP. **Sci. Agrícola**, Piracicaba, n.52, v.3, p. 431-438, 1995.

ALBUQUERQUE. M. C. P. et al. Influência Da Temperatura E Da Salinidade Na Sobrevivência E Crescimento De Larvas Da Ostra Perlífera *Pteria hirundo*. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, n.38, v. 3, p 189 - 197, 2012.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 th edition. Washington D. C. American Public Health Association, 2007.

BARIANI, C. et al. Indicadores microbiológicos para monitoramento ambiental. **Anais do salão Internacional de Pesquisa e Extensão**, v.2, n.1. 2010.

BARROS, F. G. N.; AMIM, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 75-108, 2008. Disponível em:<<http://www.rbqdr.net/012008/artigo4.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2016.

BOFF, L. A água no mundo e sua escassez no Brasil. 2015. Disponível em:<<https://leonardoboff.wordpress.com/2015/02/02/>>. Acesso em: 08 out. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução CONAMA 274/2000 de 29 de novembro de 2000. **Qualidade da água**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 17 out. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

CAMARGO, R. A possível futura escassez de água doce que existe na Terra. São Paulo: **Revista Sinergia**, v.3, n.1, 2003. Disponível em:<<http://www.cefetsp.com.br/>>. Acesso em: 09 out. 2016.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Balneabilidade de Praias e Reservatórios**. São Paulo: Cetesb, 2004. Disponível em:<[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em: 04 out. 2016.

COSTA, André Monteiro. **Análise histórica do saneamento no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz/MS, Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, C. F. S. **Identificação de patógenos humanos nas águas que margeiam a cidade do Rio Grande/RS:** proposta de vigilância e monitoramento para os agravos relacionados. 2006. 114p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2006.

EBERSOLE, J. L.; LISS, W. J.; FRISSELL, C. A. Relationship between stream temperature, thermal refugia and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* abundance in arid-land streams in the northwestern United States. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 10, p. 1-10, 2001.

EVANGELISTA, C. **Água: compra-se fontes de água no Brasil e no mundo.** 2015. Disponível em: <<http://sociologiapolitica.com.br/2015/03/23/agua-compra-se-fontes-de-agua-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acesso em: 04 out. 2016.

FERREIRA, A. C. S.; PÁDUA, V. L. **Qualidade da água para consumo humano.** Belo Horizonte, 2 ed. Editora UFMG, 2010.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. **A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos.** Redes, 2011.

HELLER, L. **Saneamento e Saúde.** Brasília: OPAS/OMS, 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 06 out. 2016.

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

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L., NASCIMENTO, N. O. **A dimensão da qualidade da água: avaliação da relação entre indicadores.** v.10, n. 3, p. 219-228. 2005.

LOPES, I. **Formas de utilização da água.** 2011. Disponível em: <<https://ireneslopes.wordpress.com/2011/>>. Acesso em: 08 out. 2016.

LOPES, F. A. et al. Balneabilidade em Águas doces no Brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.** v. 9, n. 16. 2013.

MORAIS, R. C. S.; SILVA, C. E. Diagnóstico ambiental do balneário Curva São Paulo no rio Poti em Teresina, Piauí. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.17, n.1. 2012.

MORANDI, M. **Consumo de água em MS está abaixo da média nacional.** 2015. Disponível em: <<http://www.progresso.com.br/caderno-a/brasil-mundo/consumo-de-agua-em-ms-esta-abaixo-da-media-nacional>>. Acesso em: 02 out. 2016.

NETO, M. F. **Os impactos e as consequências causados ao meio ambiente em função dos desmatamentos e das queimadas em face da ineficácia da responsabilização administrativa e penal da lei ambiental.** Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A. **Indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Toledo – PR.** 2006. 237p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NUVOLARI, Ariovaldo (org). **Esgoto sanitário: coleta, transporte e reuso agrícola.** 2 ed. São Paulo: Blucher, 2011.

OLIVEIRA, D. M. **Saneamento básico e desenvolvimento humano: um estudo de caso no município de Imperatriz/MA a partir da abordagem das capacitações.** 2014. 155f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

PEREIRA, R. S. Poluição hídrica: causas e consequências. **Revista eletrônica de Recursos hídricos. IPH – UFRGS.** v.1, n.1, p.20-36. 2004.

PINHEIRO, P. **Doenças transmitidas pela água.** 2015. Disponível em: <<http://www.mdsaude.com/2012/01/doencas-da-agua.html>>. Acesso em: 14 out. 2016.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Rev. GEOMAE,** Campo Mourão, PR, v.1, n.1, p.69-82. 2010.

QUINTELA, M. M. Saberes e práticas termais: uma perspectiva comparada em Portugal (Termas de S. Pedro do Sul) e no Brasil (Caldas da Imperatriz). **História, Ciências, Saúde.** Manguinhos, v. 11. 2004.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces.** 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

RUBINGER, Sabrina Dionísio. **Desvendando o conceito de saneamento no Brasil: uma análise da percepção da população e do discurso técnico contemporâneo.** Dissertação (Mestrado em Saneamento) - Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SANTO VIVO. **A arqueologia da cidade de Susã.** Disponível em: <<http://www.santovivo.net/gpage41.aspx>>. Acesso em: 26 out. 2016.

SANTOS, O. J.; COZER, L. **Controle da qualidade da água para consumo humano e uso na indústria alimentícia.** 2013. 33f. Monografia (Graduação de tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.

SANTIAGO, E. **Poluição da água.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecolo>>

[gia/poluicao-da-agua/](#)>. Acesso em: 22 out. 2016.

SANTOS, F. B.; SILVA, P. A.; BELENTANI, R. A. **instalações prediais de esgoto**. 2014. 22f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Paulista, 2014.

SEGALA, M. **Água: a escassez na abundância**. 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/>>. Acesso em: 20 out. 2016.

SOARES, Sérgio. R. A.; BERNARDES, Ricardo. S.; CORDEIRO NETTO, Oscar. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro: v. 18, n. 6, p.1713-1724, 2002.

TUROLLA, Frederico A. **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. Texto para discussão nº 922. IPEA. Brasília: dezembro de 2002.

VASILIO, V. A. A. **Balneabilidade, índice de qualidade da água e bioensaios de toxicidade nas praias do reservatório de Ilha Solteira/SP**. 2006. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita, 2006.

VON SPERLING, E. Água para saciar corpo e espírito: balneabilidade e outros usos nobres. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/ccii.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. Editora Segrac. Belo Horizonte, 2005.

VILAR, L. **Os banhos públicos na Roma Antiga**. 2014. Disponível em: <<http://sequindopassoshistoria.blogspot.com.br/2014/01/os-banhos-publicos-na-roma-antiga.html>>. Acesso em: 25 out. 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, 3 ed. Belo Horizonte: UFMG. 2005. 452p.

VON SPERLING, E.; VON SPERLING, M. **Estudo sobre a balneabilidade no rio das Velhas**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni e COPASA, 2010.

WILLIAN, M. **Porcentagem de água doce e salgada no mundo**. 2012. Disponível em: <<http://matheuswcaic.blogspot.com.br/2012/08/porcentagem-de-agua-doce-e-salgada-no.html>>. Acesso em: 19 out. 2016.

## ANEXO

### RESOLUÇÃO N° 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.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a vigência da Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade.

#### CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: micro-organismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo) podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44º - 45ºC, com produção de ácido, gás e aldeído. 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; XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente; XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos; XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (E. Coli): bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae* caracterizada pela atividade da enzima  $\beta$ -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do 2 grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água.

## **CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA**

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

### **Seção I Das Águas Doces**

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

47

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

### **CAPÍTULO III**

## **DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS**

### **Seção I**

### **Das Disposições Gerais**

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe. Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1o Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2o Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3o A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4o As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5o Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6o Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9o A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1o Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2o Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias. Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1o Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2o Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água. § 3o Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4o O disposto nos §§ 2o e 3o não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

## **Seção II Das Águas Doces**

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

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;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

## RESOLUÇÃO CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000

Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto na Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986 e em seu Regimento Interno, e Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade; Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade; Considerando a necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário; Considerando que a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) recomendam a adoção de sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas, resolve:

Art. 1º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- a) águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰;
- b) águas salobras: águas com salinidade compreendida entre 0,5‰ e 30‰;
- c) águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰;
- d) coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β-galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β-galactosidase e β-glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;
- f) Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;
- g) floração: proliferação excessiva de microorganismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;
- h) isóbata: linha que une pontos de igual profundidade;
- i) recreação de contato primário: quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho.

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

§ 1º As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;

c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 2º Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.

§ 3º Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

§ 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 próprias;

b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;

c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;

d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;

f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

§ 5º Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

Art. 3º Os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

§ 1º Consideram-se como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doce 52 presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

§ 2º A interdição e a sinalização, por qualquer um dos motivos mencionados no caput e no § 1º deste artigo, devem ser efetivadas, pelo órgão de controle ambiental competente.

Art. 4º Quando a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou em consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no boletim de condição das praias e balneários, assim como qualquer outra que o órgão de controle ambiental julgar relevante.

Art. 5º A amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente. Parágrafo único. A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas.

Art. 6º Os resultados dos exames poderão, também, abranger períodos menores que cinco semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens.

Art. 7º Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial-INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF, última edição.

Art. 8º Recomenda-se aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações.

Art. 9º Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente.

Art. 10. Na ausência ou omissão do órgão de controle ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA atuará, diretamente, em caráter supletivo.

Art. 11. Os órgãos de controle ambiental manterão o IBAMA informado sobre as condições de balneabilidade dos corpos de água.