



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VIII – ARARUNA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**BEATRIZ DE ALMEIDA GOMES**

**AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS DO RIO PIRANHAS EM UM  
BALNEÁRIO NO MUNICÍPIO DE PAULISTA-PB**

**ARARUNA**

**2018**

**BEATRIZ DE ALMEIDA GOMES**

**AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS DO RIO PIRANHAS EM UM  
BALNEÁRIO NO MUNICÍPIO DE PAULISTA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Saneamento.

**Orientador:** Prof. Me. Igor Souza Ogata.

**ARARUNA**

**2018**

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

G633a Gomes, Beatriz de Almeida.  
Avaliação da balneabilidade das águas do rio piranhas em um balneário no município de Paulista-PB [manuscrito] / Beatriz de Almeida Gomes. - 2018.  
58 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2018.  
"Orientação : Prof. Me. Igor Souza Ogata , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."  
1. Rio Piranhas. 2. Balneabilidade. 3. Coliformes Termotolerantes. I. Título  
21. ed. CDD 628.112

BEATRIZ DE ALMEIDA GOMES

AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS DO RIO PIRANHAS EM UM  
BALNEÁRIO NO MUNICÍPIO DE PAULISTA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento.

Aprovado em: 12 / 12 / 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Me. Igor Souza Ogata (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula Araújo Almeida  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



---

Prof<sup>ª</sup>. Me. Maria José de Sousa Cordão  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

À minha família, por todo esforço, apoio e amor, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por ser minha força, meu escudo e meu guia nesta árdua caminhada.

À minha família por todo sacrifício para me manter durante a graduação, por me ampararem nos momentos difíceis e por estarem comigo a cada pequena vitória.

Aos meus tios e tias, aos meus avós e primos por sempre estarem ao meu lado me ajudando a superar os inúmeros obstáculos desta jornada.

Ao professor Igor Souza Ogata pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação, pela dedicação, paciência e amizade.

À todos os professores, coordenação e diretoria da Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII, a qual me orgulho de ter feito parte, pela luta constante e incessante de trazer melhorias para o curso de Engenharia Civil e por todo conhecimento me proporcionado.

Às minhas amigas Maria Josiele, Danielle e Arykássia por serem companheiras durante toda a jornada. E às minhas amigas da vida Letícia e Dandara por serem pessoas de confiança e por sempre me darem um ombro amigo.

## RESUMO

O foco deste estudo é avaliar as condições de balneabilidade do balneário no município de Paulista – PB, que se localiza na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, de acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 274/200, visto que o mesmo é utilizado para lazer pela comunidade local e que segundo as autoridades apresenta focos de despejo de esgotos sanitários completamente brutos no rio. Para isso, foram feitas análises da concentração de coliformes termotolerantes em três pontos. A determinação da quantidade de coliformes termotolerantes/100 ml foi feita pelo método das membranas filtrantes. As amostragens foram coletadas durante cinco semanas consecutivas, porém, antes disso, foram necessárias realizações de testes para determinar a diluição adequada para contagem das colônias. Através da avaliação da presença de coliformes termotolerantes dos resultados obtidos, mesmo com a caracterização de impactos aos redores do balneário, é possível afirmar que a água do balneário é adequada para recreação de contato primário, ou seja, é própria e possui excelente qualidade. Em geral o Rio Piranhas não apresenta problemas quanto o pH da água; não há registros de surtos de doenças transmissíveis por via hídrica no município; o afluente mais próximo ao balneário não está desaguando no rio devido à estiagem, portanto, não está havendo contaminação direta neste ponto; não foi verificado visualmente floração de algas ou outros microrganismos que ofereçam riscos no local. Ainda que as águas do balneário atendam às restrições da resolução e não apresentem problemas com a balneabilidade, algumas medidas poderiam ser tomadas para melhorar as condições de banho do local. Nota-se a necessidade de atenção das autoridades de vigilância sanitária e ambiental para que desenvolvam estratégias visando proteger a saúde dos banhistas e minimizar os impactos ambientais sofridos pelo rio através da preservação da mata ciliar, controle do uso e ocupação do solo na bacia de contribuição do balneário, estabelecimento de um programa de monitoramento da balneabilidade em diferentes estações do ano para confirmar a hipótese de que quando o esgoto se juntar ao rio ele vai piorar a qualidade da água, associado a limpeza das margens periodicamente, instalação adequada de sinalização das condições do rio, mobilização da população por meio de campanhas educativas quanto à poluição e implantação de saneamento básico no município.

**Palavras-Chave:** Rio Piranhas. Balneabilidade. Coliformes termotolerantes.

## ABSTRACT

The focus of this study is to evaluate the water quality of a watering place in the city of Paulista - PB, located in the Piranhas-Açu River basin, according to the criteria established by CONAMA Resolution No. 274/200, since the same is used for recreation by the local community and according to the authorities presents outbreaks of total sanitary sewage disposal in the river. For this, analyzes of the concentration of thermotolerant coliforms were carried out at three points. The determination of the amount of thermotolerant coliforms / 100 ml was done by the method of the filter membranes. Samples were collected for five consecutive weeks, however, prior to that, test runs were required to determine the appropriate dilution for colony counts. Through the evaluation of the presence of thermotolerant coliforms of the results obtained, even with the characterization of impacts to the surroundings of the watering place, it is possible to affirm that the water of the watering place is suitable for recreation of primary contact, that is, it is appropriate and has excellent quality. In general the Piranhas River does not present problems as the pH of the water; there are no records of outbreaks of waterborne diseases in the municipality; the closest affluent to the bathhouse is not flowing into the river due to the drought, therefore, there is no direct contamination at this point; algal blooms or other micro-organisms that present hazards have not been visually checked. Although the waters of the watering place meet the restrictions of the resolution and do not present problems with the bathing, some measures could be taken to improve the bathing conditions of the place. Note the need for attention of sanitary and environmental surveillance authorities to develop strategies to protect bathers' health and minimize the environmental impacts suffered by the river through the preservation of ciliary forest, control of the use and occupation of the soil in the contribution basin of the watering place, the establishment of a bathing monitoring program in different seasons to confirm the hypothesis that when the sewage joins the river it will worsen the water quality, associated with cleaning the margins periodically, adequate installation of signaling conditions of the river, mobilization of the population through educational campaigns regarding pollution and implementation of basic sanitation in the municipality.

**Keywords:** Piranhas River. Water Quality. Thermotolerant coliforms.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Representação esquemática das bactérias e grupos de contaminação fecal.....	21
Figura 2 –	Bacias hidrográficas do Estado da Paraíba.....	24
Figura 3 –	Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu.....	25
Figura 4 –	Crianças se banhando no balneário em estudo.....	27
Figura 5 –	Localização geográfica do município de Paulista-PB.....	28
Figura 6 –	Municípios inseridos na sub-bacia do Média Piranhas.....	29
Figura 7 –	Ocorrência impactantes observadas com frequência no meio ambiente..	30
Figura 8 –	Esgoto a céu aberto no centro da cidade.....	30
Figura 9 –	Pontos avaliados no levantamento ambiental.....	31
Figura 10 –	Localização geográfica dos pontos das análises.....	33
Figura 11 –	Pontos de amostragens analisados, afluente do Rio Piranhas contaminado (a), Ponto de desagüe do afluente (b), local do balneário que apresenta maior concentração de banhistas (c) .....	34
Figura 12 –	Colônias de coliformes termotolerantes nas Placas de Petri da amostragem 1, para os pontos 1 (a), 1 (b) e 3 (c) .....	43
Figura 13 –	Variação da quantidade de coliformes termotolerantes/100ml de água no Ponto 3.....	43
Figura 14 –	Variação da quantidade de coliformes termotolerantes/100ml de água no Ponto 2.....	44
Figura 15 –	Variação da quantidade de coliformes termotolerantes/100ml de água no Ponto 1.....	44
Figura 16 –	Comparação da quantidade de coliformes termotolerantes/100 ml para cada dia de análise.....	45
Figura 17 –	Ponto do balneário.....	47
Figura 18 –	Floração de algas em ponto jusante próximo ao balneário.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Risco de contrair doenças em ambientes recreacionais.....	18
Tabela 2 –	Dados da qualidade da água no ponto do balneário do Paulista-PB.....	32
Tabela 3 –	Localização geográfica dos pontos de coleta.....	34
Tabela 4 –	Datas das coletas das amostragens.....	36
Tabela 5 –	Testes de diluições.....	36
Tabela 6 –	Materiais utilizados.....	38
Tabela 7 –	Coliformes encontrados nas Amostras teste.....	41
Tabela 8 –	Coliformes/100 ml encontrados nas cinco semanas de amostragens.....	42
Tabela 9 –	Tabela 9 – Registro de enfermidades transmissíveis por vias hídricas no município de Paulista-PB no ano de 2017.....	46
Tabela 10 –	Registro de óbitos/ocorrências no município de Paulista-PB no ano de 2016.....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas
ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
GPS	Geographical Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
3.1 ASPECTOS RELACIONADOS À BALNEABILIDADE	15
3.1.1 <i>Definições</i>	15
3.1.2 <i>Importância histórica da balneabilidade</i>	15
3.1.3 <i>Saúde pública</i>	17
3.2 PADRÃO DE BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS	18
3.3 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA BALNEABILIDADE	20
3.3.1 <i>Grupo coliformes</i>	20
3.4 IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DA ÁGUA PARA BALNEABILIDADE	22
3.5 CORPOS HÍDRICOS DA PARAÍBA	23
3.6 INFLUÊNCIA DO RIO PIRANHAS NO CONTEXTO REGIONAL	25
3.7 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
4.1 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	35
4.2 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS	37
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>40</b>
5.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	40
5.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	40
5.3 AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE	45
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>48</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b>	<b>50</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A utilização inadequada dos recursos hídricos como receptores de efluentes domésticos sem tratamento, de resíduos sólidos, industriais e agrícolas afetam a qualidade da água e interferem no modo de utilização. Este fato se intensifica em áreas de intensa pressão antrópica (LOPES et al., 2013).

Desta maneira, devido a possibilidade de seus usos múltiplos, a gestão dos recursos hídricos se torna difícil e muitas vezes os resultados do gerenciamento inadequado interfere diretamente na disponibilidade de água com qualidade (BARBOSA, 2009). Para resguardar o uso dos recursos hídricos com qualidade adequada, sem proporcionar risco a saúde humana, a legislação brasileira instituiu a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 (modificada pela Resolução do CONAMA nº 430/2011), que classifica os corpos hídricos segundo seus usos preponderantes, a fim de alcançar metas de qualidade das águas para usos predeterminados (BRASIL, 2005a).

De acordo com a Resolução nº 357/2005, a classificação das águas doces, salobras e salinas é essencial para assegurar seus níveis de qualidade, tendo como critério padrões específicos que asseguram seus usos preponderantes e, além disso, determina dentre outras coisas que a deterioração da água não deve afetar a saúde e o bem-estar humano. Para isso, cria instrumentos capazes de avaliar a evolução da qualidade das águas, comparando às classes estabelecidas no enquadramento com a intenção de alcançar os objetivos predeterminados pela resolução, já que a garantia da saúde, melhoria da qualidade de vida e equilíbrio do meio ambiente está diretamente ligado ao controle da poluição (BRASIL, 2005a).

Considerando a vulnerabilidade da saúde e bem-estar humano pelas condições de balneabilidade, a Resolução do CONAMA nº 274/2000 aponta a classificação das águas doces, salobras e salinas fundamental para defesa dos níveis de qualidade, de maneira a assegurar as condições de balneabilidade (BRASIL, 2000).

No Estado da Paraíba uma região que merece destaque quanto ao uso das águas para fins recreativos é a área da bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. Semelhante à situação dos demais rios do semiárido nordestino, o rio é intermitente em condições naturais, no entanto torna-se perene graças aos reservatórios de Coremas-Mãe d'água, na Paraíba, que possui vazão regularizada de 9,5 m<sup>3</sup>/s e a barragem de Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, com vazão de 17,8 m<sup>3</sup>/s. A calha desenvolvida pelo Sistema Coremas-Açu

promove o desenvolvimento de diversos usos como irrigação, abastecimento humano, dessedentação animal e lazer (CBH PPA, 2018).

Portanto, o foco deste estudo é avaliar a qualidade da água em um balneário no município de Paulista-PB, quanto a concentração de coliformes termotolerantes, tendo em vista, que segundo a ANA (2007a), os esgotos da cidade são despejados brutos no rio.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade das águas de um balneário inserido em um trecho Rio Piranhas no município de Paulista – PB, quanto a balneabilidade, utilizando como critério a contagem de coliformes termotolerantes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterização dos impactos que degradam da qualidade da água do balneário;
- Avaliar a qualidade da água segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000;
- Avaliar a dinâmica da degradação da qualidade da água quanto aos aspectos microbiológicos;
- Designar ações mitigadoras para melhorar a qualidade da água.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 ASPECTOS RELACIONADOS À BALNEABILIDADE

##### 3.1.1 Definições

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2014), a balneabilidade constitui a qualidade das águas para fins recreacionais, sendo de fundamental importância avaliá-la de maneira objetiva de acordo com critérios pré-estabelecidos. Estes critérios devem ser baseados em indicadores a serem monitorados e seus valores devem ser comparados com parâmetros definidos legalmente, determinando classes de balneabilidade, a fim de orientar os usuários quanto a qualidade da água de um determinado local.

A Organização Mundial de Saúde em seu trabalho intitulado ‘Diretrizes para ambientes recreativos seguros – Águas doces e costeiras’ (WHO, 2003), define como ambientes de recreação, qualquer área costeira, estuarina ou continental, de águas doces ou salgadas, onde um número expressivo de usuários faça uso recreacional dela, mesmo que sejam usadas para diversas funções. Ressalta-se que apesar da variação dos conceitos em função de países e épocas, os estabelecimentos balneares estão associados a contato direto com a água e com o risco da ingestão, geralmente caracterizado pela prática de banho (QUINTELA, 2004).

Outro aspecto importante sobre balneabilidade é a classificação do uso das águas, que pode ser de contato primário ou contato secundário. No primeiro caso, o contato do usuário é direto e duradouro com a água e possui alta possibilidade de ingestão, como por exemplo nos usos recreacionais de natação, mergulho ou esqui-aquático; vale a pena ressaltar que as normas de balneabilidade se interessam especificamente nesse tipo de uso. Por sua vez, o uso recreacional de contato secundário é quando a água entra em contato com o usuário ocasionalmente ou acidentalmente, com baixa probabilidade de ingestão, sendo caracterizado por usos como pesca e navegação (CETESB, 2014).

##### 3.1.2 Importância histórica da balneabilidade

Von Sperling, E. (2003) cita que há 3000 anos antes de Cristo surgiram os primeiros registros de uso da água para fins recreativos. Na ocasião, o uso da água com esta finalidade era um privilégio de uma casta nobre, nesse contexto, destaca-se a clássica obra de Hipócrates

denominada de “Tratado das Águas, do Ar e dos Lugares”, cuja a temática faz apologia aos benefícios provenientes do contato com a água. Vale a pena ressaltar que outros filósofos da época, como Platão e Aristóteles, já discutiram a capacidade de banhos para o relaxamento.

Inversamente ao que sucedeu três milênios depois, no Império Romano no qual a ideia do uso recreacional foi diferente. Na época a população romana chegava a 1 milhão de habitantes, quando houve uma disseminação da utilização de banhos e termas e não mais apenas para castas nobres (VON SPERLING, E., 2003).

Portanto, o conceito de balneabilidade foi difundido no Império Romano, em que na cidade de Roma foi ampliado o uso de casas de banho e termas, que cumpriam a função de banho, banheiro e convívio social, comportando até 3000 pessoas. Em algumas épocas era bastante comum que as termas funcionassem 24 horas por dia, o que elevou o consumo per capita médio para 1000 L/dia (MALISSARD, 1994).

Von Sperling, E. (2003) ainda cita que, na perspectiva da qualidade da água, é pertinente a observação da conexão entre alguns conceitos da época e o conhecimento atual do tema. Para o uso das águas em casas de banho e termas era considerado que a água, após fervura, deveria apresentar poucos depósitos (conceito de sólidos em suspensão), não deixar traços fluindo sobre o bronze (conceito de corrosão) e permitir rápido cozimento de legumes (conceito de águas brandas).

No âmbito religioso, a prática de caráter contemplativo em ambientes aquáticos é característica da cultura oriental, como nas práticas religiosas do budismo, taoísmo e hinduísmo, em que é recomendado que as orações sejam feitas junto a água (VON SPERLING, E., 2003).

Outro caso de uso recreativo da água no âmbito religioso é a festa decenal em Alahabad na Índia, na qual ao longo de semanas, 100 milhões de pessoas nadam em um trecho de 200 m do Rio Ganges. Juntamente a isso, a prática de cremação de corpos em rios sagrados da Índia, proporciona sérios problemas sanitários (VON SPERLING, E., 2003).

Já no Brasil, por sua vez, os indígenas brasileiros dão grande importância aos rios, riachos, igarapés, igapós e lagos, considerados em vários casos como seres vivos, de maneira tal que existe um hábito de banhar-se em rios e cachoeiras (ANA, 2007b).

Ainda discutindo sobre as práticas recreacionais brasileiras, a ANA (2007b) relata que no Brasil colonial as casas de banho, tipicamente europeias, foram introduzidas pela elite paulistana e inclusive tornou-se praticável e necessário durante problemas de abastecimento de água. Porém, com a revolução técnica, científica e social que ocorreu no século XIX, a água encanada anulou a figura das casas de banho.

### *3.1.3 Saúde pública*

As águas para uso recreativo são capazes de disseminar doenças de veiculação hídrica, não apenas aquelas transmitidas por via feco-oral (como a gastroenterite, hepatite A, cólera e febre tifoide), geralmente associadas a falta de saneamento básico, mas também outras não relacionadas ao trato intestinal (como conjuntivite, otite e doenças das vias respiratórias). Geralmente esses agravos a saúde requerem tratamento simples e não são duradouras, sendo a gastroenterite a doença mais comumente transmitida (CETESB, 2014). Segundo Almeida (2011), ainda assim, existe uma grande probabilidade de parasitas serem encontrados também nas margens de ambientes balneáveis, necessitando, portanto de avaliação sanitária juntamente com a água.

A probabilidade de um banhista contrair doenças ao banhar-se em águas contaminadas possui uma relação direta com a concentração de organismos patogênicos existentes, com o tempo de exposição, conjuntamente a forma de exposição ao meio aquático e ao seu nível de imunidade (EIGER, 1999), portanto, populações vulneráveis como crianças e idosos são mais propícios a contrair doenças nesses ambientes. Para Berg et al. (2013), o fato de um balneário ser impróprio para o uso recreativo não significa necessariamente que todas as pessoas que se banharem no local irão contrair alguma doença, pois dependerá das condições imunológicas de cada um e do tipo de exposição (se passa muito tempo na água, se mergulha a cabeça, se engole água). Logo, devido a essas condições, nos períodos de alta temporada é comum surtos das diversas doenças relacionadas à recreação em áreas balneáveis (SOARES, 2009).

Diante das condicionantes para se contrair alguma doença em um ambiente de recreação, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003) define a qualidade de acordo com a quantidade de coliformes fecais (termotolerantes). Estudos realizados indicaram que há uma relação direta entre a concentração de coliformes termotolerantes e a probabilidade de contrair gastroenterite e doenças respiratórias febris, em uma única exposição, assim como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Risco de contrair doenças em ambientes recreacionais**

Classe	Grau CF	Casos	GI	AFRI
A	<40	Menos de 1 em 100 exposições	<1%	<0,3%
B	41-200	1 em 200 exposições	1-5%	0,3-1,9%
C	201-500	1 em 10 a 1 em 20 exposições	5-10%	1,9-3,9%
D	>500	10% por exposição	>10%	>3,9%

Fonte: Berg et al. (2013).

Nota: CF – Coliformes Fecais; GI – Probabilidade de gastroenterite; AFRI – Doenças respiratórias febris

Segundo os dados da Tabela 1, qualquer uso da água para contato primário que incidam mais de 500 CF/100 ml, possui 10% de chances de contrair doenças gastroentéricas com apenas uma exposição. Além disso, no mesmo trabalho a WHO (2003) indica que águas com concentração de Enterococos abaixo de 158/100 ml e *Escherichia Coli* abaixo de 32/100 ml não oferecem risco a saúde humana.

### 3.2 PADRÃO DE BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS

A Resolução do CONAMA nº 274/00 alerta que as condições de balneabilidade podem afetar a saúde e o bem-estar humano. Portanto, para assegurar as condições de balneabilidade deve-se avaliar através de parâmetros e indicadores específicos os níveis de qualidade das águas doces, salobras e salinas de acordo com a sua classificação (BRASIL, 2000).

A classificação das águas doces, salobras e salinas é determinada de acordo com a Resolução do CONAMA nº 357/2005. O enquadramento não considera exatamente seu estado atual, mas os níveis de qualidade que precisam ter para atender às necessidades da comunidade. As águas doces apropriadas para o contato primário são as que se enquadram nas classes I, II (BRASIL, 2005a). As águas doces de classe I e II tem características em comum como poderem ser destinadas a proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.

Nos demais usos águas de classe I e II não devem exceder 200 e 1000, respectivamente, coliformes termotolerantes a cada 100 mililitros em 80% ou mais de seis amostras de um período de um ano em frequência bimestral (BRASIL, 2005a).

A Resolução CONAMA 274/2000, considerando que a saúde e bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade, em seu artigo 20 declara que “as águas

doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão suas condições avaliada nas categorias próprias e impróprias” (BRASIL, 2000).

A categoria própria ainda é classificada em três categorias, denominadas de excelente, muito boa e satisfatória.

- a) Excelente: Quando 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no mínimo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 milímetros.
- b) Muito boa: Quando 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 milímetros.
- 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 milímetros. (BRASIL, 2000, p. 71).

Ainda de acordo com a resolução da balneabilidade, quando for usado mais de um indicador microbiológico, as águas terão suas condições avaliadas de acordo com o critério mais restritivo e o padrão para Enterococos aplica-se apenas para águas marinhas. Vale a pena ressaltar que apenas o cumprimento do padrão microbiológico não define se a água é própria ao uso para contato primário, sendo considerada imprópria toda água que apresente:

- a) Não atendimento aos critérios estabelecidos para águas próprias;
- b) Valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 milímetros;
- c) Incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicadas 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)  $\text{pH} < 6,0$  ou  $\text{pH} > 9,0$  (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 contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário. (BRASIL, 2000, p. 71).

Outro destaque importante segundo a mesma resolução é que balneários impróprios devem passar por processo de análise dos microrganismos patogênicos existentes, a fim de poder verificar qual a possível fonte de contaminação.

### 3.3 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA BALNEABILIDADE

Fatores como surtos de doenças transmitidas pela água, ocorrência de algumas algas tóxicas, derrames acidentais de óleos podem tornar uma região temporariamente imprópria para recreação de contato primário. Contudo, o fator que contribui permanentemente para um balneário se tornar impróprio para o uso é o lançamento de efluentes (CETESB, 2014).

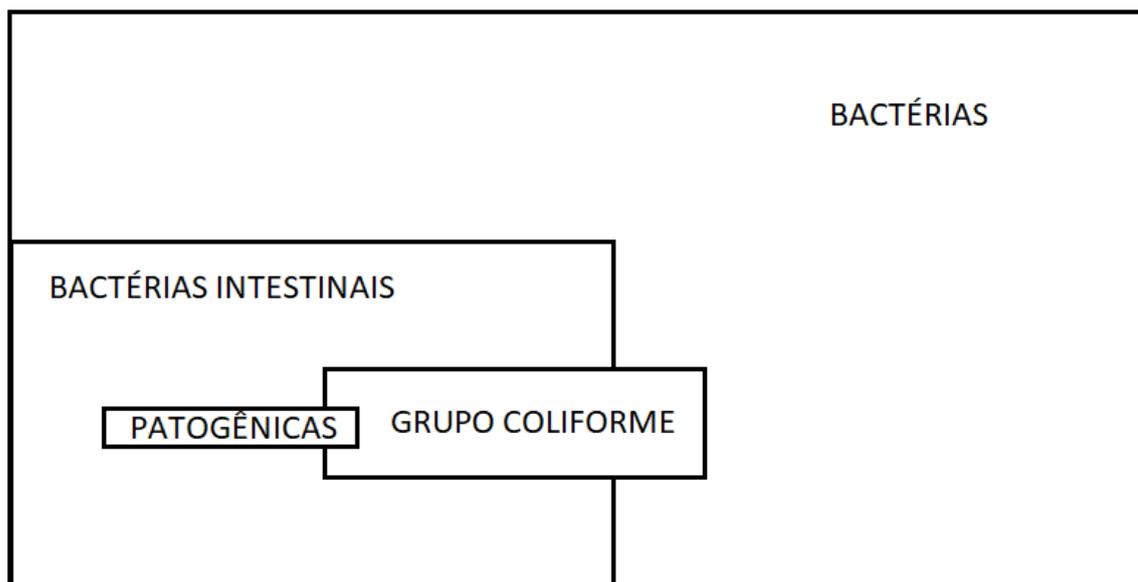
Para verificar a presença desses efluentes e o risco de contaminação da população pelas águas do balneário são utilizados indicadores microbiológicos, que representam a probabilidade da presença de organismos patogênicos. Os indicadores microbiológicos, geralmente, são organismos não patogênicos usados para certificar-se da poluição das águas por resíduos humanos e animais. São comumente utilizados por estarem em grandes concentrações nos intestinos e fezes de seres humanos e mamíferos homeotérmicos (SHIBATA et al., 2004).

Segundo a Resolução 274/2000 do CONAMA os indicadores microbiológicos a serem utilizados no monitoramento são os coliformes termotolerantes, a *E. Coli* e os Enterococos (BRASIL, 2000).

#### 3.3.1 Grupo coliformes

Detectar agentes patogênicos em amostras de água é extremamente difícil. Devido às suas baixas concentrações seria necessário analisar grandes volumes de amostra para que fosse detectado um único ser patogênico (VON SPERLING, M., 2005). Por esta razão, há 70 anos o grupo coliforme tem sido útil para medir a ocorrência e grau de poluição fecal em águas. Ao decorrer do tempo acumulou-se um grande número de dados que permitem avaliação da sensibilidade e especificidade deste indicador bacteriano da presença de poluição de cunho fecal. No entanto, de acordo com a Figura 1, o grupo coliforme possui muitos subgrupos que nem sempre representa adequadamente a contaminação das águas por efluentes que possuam fezes (GELDREICH, 1974 *apud* SOUZA et al., 1983).

**Figura 1 – Representação esquemática das bactérias e grupos de contaminação fecal**



Fonte: Von Sperling, M. (2005).

Para Von Sperling, M. (2005), as principais razões para usar o grupo coliforme como indicador fecal são:

- As fezes humanas apresentam grande quantidade de coliformes (cada indivíduo elimina em média de  $10^{10}$  a  $10^{11}$  células por dia). O peso das fezes humanas é composto por 1/3 a 1/5 de bactérias do grupo coliforme. Fato que aumenta a probabilidade de que sejam detectadas após o lançamento em relação aos organismos patogênicos.
- Grandes números de coliformes são encontrados apenas em homens e animais de sangue quente. Fato primordial, pois se existissem também nos intestinos de animais de sangue frio deixariam de ser bons indicadores de poluição.
- Os coliformes apresentam resistência semelhante à maioria das bactérias patogênicas intestinais. Fator importante, pois se morressem mais rapidamente que o agente patogênico não seriam bons indicadores de contaminação fecal. Em contrapartida, se a taxa de mortalidade fosse menor que as das bactérias patogênicas, deixariam de ser úteis pois sobreviveriam mais tempo. A única exceção são os vírus que são mais resistentes que os coliformes.

### 3.4 IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DA ÁGUA PARA BALNEABILIDADE

Para Von Sperling, E. (2003), no Brasil, é notável a carência de estudos e programas de monitoramento que avaliem, especificamente em águas doces, as condições de balneabilidade. Apesar disso, ainda se nota uma crescente demanda pelo uso recreacional de ambientes aquáticos, bem como dos riscos resultantes do contato com água contaminada.

As condições naturais e as ações antrópicas influenciam diretamente na qualidade da água em uma determinada seção fluvial. Nesta perspectiva, o uso e ocupação do solo na área de drenagem a montante de um balneário são elementos preponderantes para as propriedades das águas recreacionais. As múltiplas atividades realizadas na bacia de contribuição de um balneário são responsáveis pela poluição do meio aquático que pode comprometer seu uso para o lazer (MARTINS, 2012).

A introdução de poluentes pode se dar de forma pontual ou difusa. A poluição pontual se apresenta por despejos individualizados, por lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais em locais específicos e de fácil identificação. As cargas difusas por sua vez referem-se à poluição distribuída ao longo do percurso do corpo hídrico, tendo como característica não possuir um ponto específico de lançamento, sendo de difícil identificação e controle (VON SPERLING, M., 2005).

Diante do conceito de poluição pontual e difusa, destaca-se que geralmente, em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, devido à falta de investimento em saneamento básico, os problemas estão relacionados a carga pontual, pois os efluentes domésticos e industriais não são tratados adequadamente. Por sua vez, em países desenvolvidos o desafio está nas cargas difusas, provenientes da drenagem urbana e rural (VON SPERLING, M., 2005; BRAGA et al., 2005).

Aureliano (2000) diz que o monitoramento da água para balneabilidade pode ser tido como uma verificação de critério de uso da água para fins de lazer, à medida que se determina a praia ou balneário tem qualidade para recreação de contato primário. Como verificação do critério de uso, devem ser coletadas semanalmente amostras da água em pontos fixos e baseados em sua análise deve ser emitido boletins da balneabilidade, estabelecendo o grau de risco de contrair doença nessa localidade. Além de ser um critério de uso da água para fins recreacionais, o monitoramento também pode ser instrumento de controle da qualidade da água, permitindo a verificação de sua variação ao longo do tempo e do espaço.

De posse dos dados de monitoramento é possível definir estratégias para uma gestão das águas que preserve o ecossistema e permita o uso preponderante do corpo de água

definido em seu enquadramento. Segundo as recomendações da WHO (2000), os balneários devem ser geridos adotando procedimentos que visem a identificação, caracterização e minimização dos riscos à saúde humana que esteja associadas ao uso recreacional, adotando para isso uma abordagem risco-benefício para a gestão dos referidos riscos. Esta abordagem envolve várias questões, desde poluição, preservação, até o desenvolvimento das economias local e nacional podendo implicar em normas locais a serem instituídas. O êxito dessa implementação dependerá da cooperação e coordenação a níveis nacional e local, além da adoção de legislações e políticas que sejam coerentes.

Portanto, para garantir uma qualidade de água para balneabilidade adequada deve-se realizar uma abordagem holística na gestão. Mas em todos os casos a capacidade de limitar os riscos oferecidos à saúde está sob o controle do usuário, que deve ser responsável ao praticar atividades recreativas (WHO, 2003).

### 3.5 CORPOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Os rios paraibanos são predominantemente temporários, de regimes intermitentes, com padrão de drenagem do tipo retangular e dendrítico (NETO, 2003). Conforme a AESA (2006) o Estado da Paraíba possui onze bacias hidrográficas denominadas de bacia do Rio Paraíba, Rio Abiaí, Rio Gramame, Rio Miriri, Rio Mamanguape, Rio Camaratuba, Rio Guaju, Rio Piranhas, Rio Curimataú, Rio Jacu e Rio Trairi. As cinco últimas são bacias de domínio federal (Figura 2).

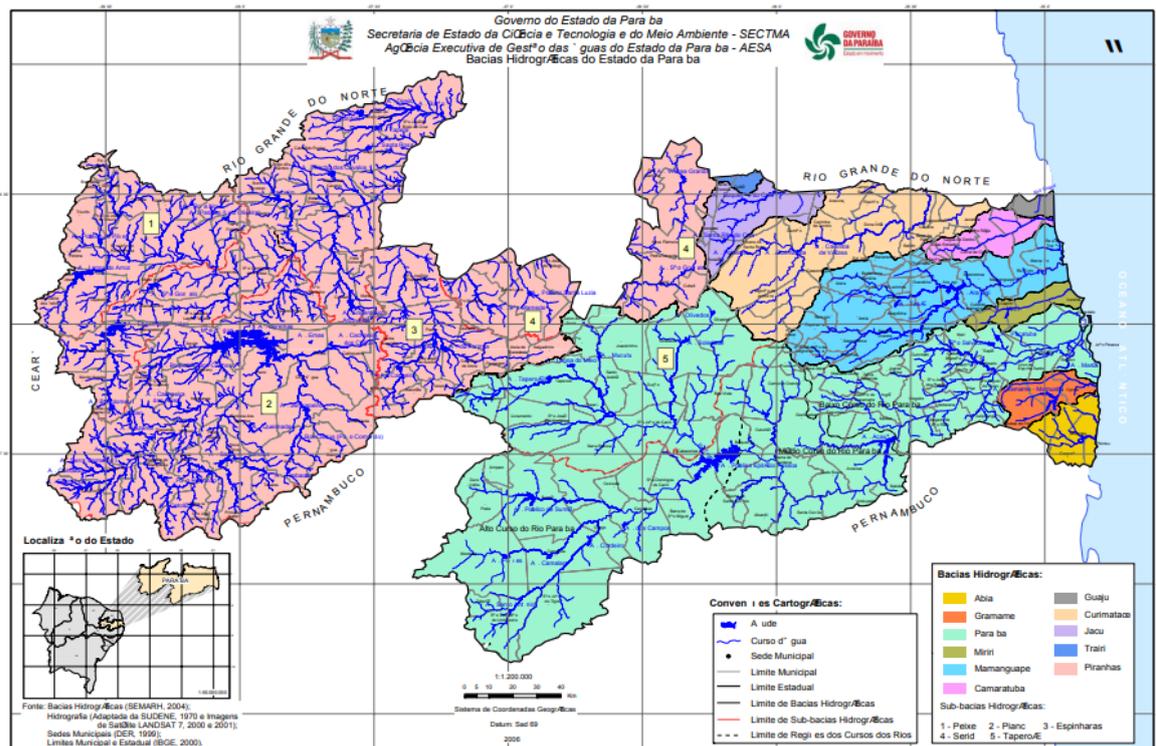
Segundo a AESA (2006), em todas as bacias hidrográficas do Estado, impactos de origem antrópicas são comuns, alterando a quantidade e a qualidade de suas águas. As altas temperaturas regionais são responsáveis pela evaporação excessiva reduzindo o volume dos corpos hídricos e aumentando a concentração de sais e espécies químicas em geral, o que limita mais ainda os usos da água.

Entre os quatro ecossistemas naturais principais (Planícies Litorâneas e de Florestas situadas na Zona da Mata-Litoral, áreas em transição na Zona do Agreste-Brejo e Caatinga na Zona Semiárida) as degradações antrópicas são marcantes na degradação do solo, na paisagem nativa, na quantidade e qualidade das águas. Os rios sertanejos apresentam, naturalmente, autodepuração limitada ou impedida por possuir caráter intermitente, embora alguns deles tenham trechos perenizados por açudes (AESAs, 2006).

Os recursos hídricos da Paraíba têm se destacado entre os diversos temas que compõem a agenda política estadual. A associação de vários fatores como, a não adoção de

modelo de gestão integrada, crescimento exagerado das demandas, degradação da qualidade da água e modelo de desenvolvimento econômico insustentável, geram problemas de escassez hídrica que são agravados com a irregularidades das chuvas (BARBOSA, 2009; NETO, 2003).

**Figura 2 – Bacias hidrográficas do Estado da Paraíba**



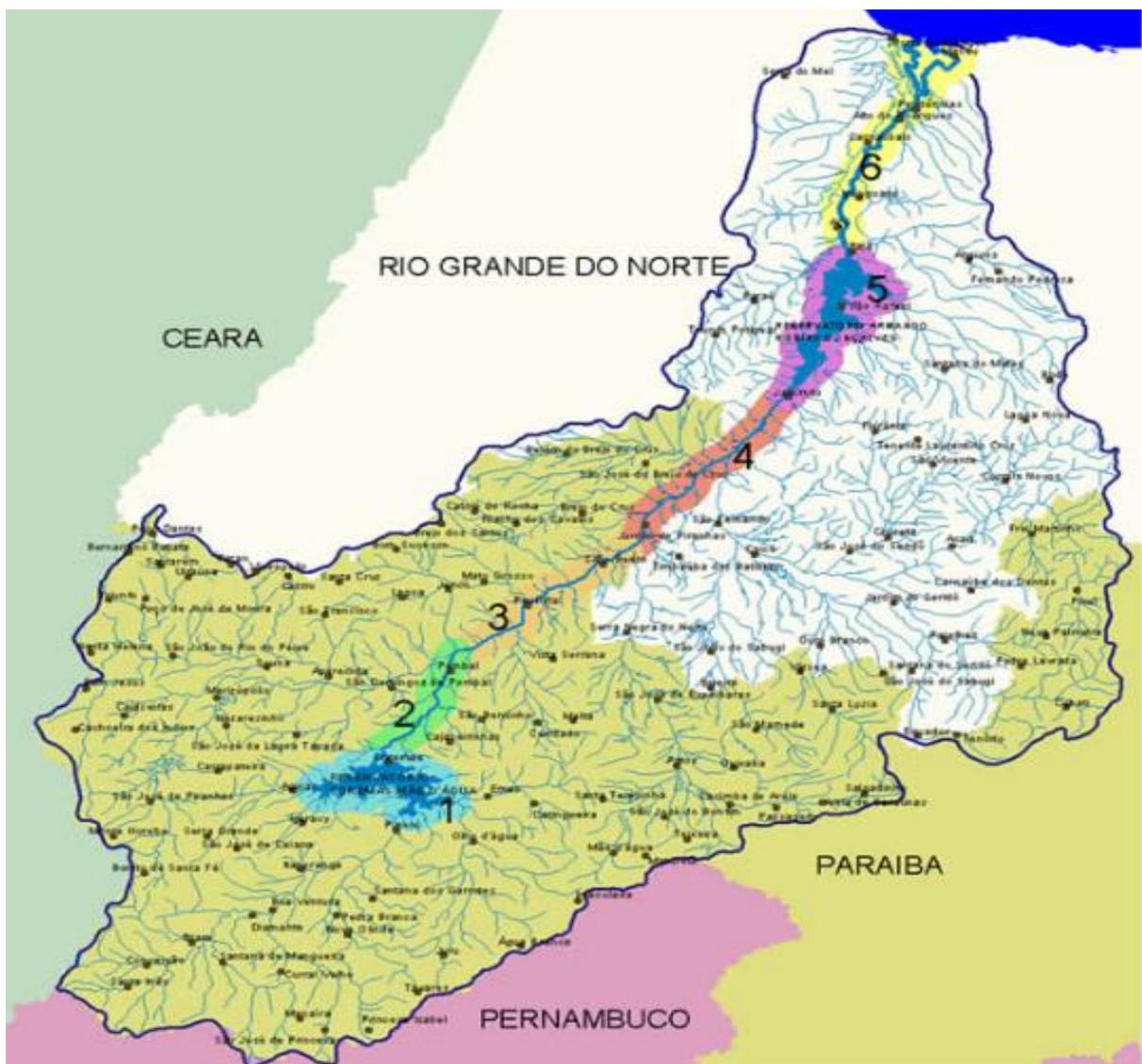
Fonte: AESA (2006).

Conforme o Art. 3º da Lei nº 7.779 de 07/07/2005, o objetivo da Agência Executiva de Gestão é o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba (AES A, 2018b).

No entanto, as ações da AESA devem ser autorizadas por um comitê de bacia, é responsável pela discussão entre seus componentes sobre o gerenciamento dos recursos hídricos num ambiente democrático. Na Paraíba existem três comitês de bacias estaduais: Comitê do Rio Paraíba; Comitê das Bacias do Litoral Sul (Bacias do Abiaí e do Gramame); e Comitê das Bacias do Litoral Norte (Bacias do Miriri, Mamanguape e Camaratuba), a nível nacional possui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas (AES A, 2006).

Inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, o Rio Piranhas está totalmente introduzido no clima semiárido nordestino, abrangendo uma área de drenagem de 43.681,50 km<sup>2</sup>, sendo 26.183,00 km<sup>2</sup> pertencente ao estado da Paraíba, correspondendo a 60% do total e 17.498,50 km<sup>2</sup> inserido no estado do Rio Grande do Norte, representando 40% (Figura 3). Ao seu percurso corta 147 municípios, que somadas suas populações totalizam 1.363.802 habitantes, sendo 45 municípios potiguares (449.459 habitantes) e 102 municípios paraibanos (914.343 habitantes) (AESA, 2018a).

**Figura 3 – Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu**



Fonte: AESA (2018a).

### 3.6 INFLUÊNCIA DO RIO PIRANHAS NO CONTEXTO REGIONAL

O complexo de Rios Piranhas-Açu compõe o principal rio da bacia, que é de domínio federal e possui sua nascente em Bonito de Santa Fé – PB e segue seu curso natural pelo estado do Rio Grande do Norte desaguardando no Oceano Atlântico, na costa Potiguar (UFSC, 2011).

A bacia tem grande importância para os dois estados, pois nela estão localizadas a barragem Armando Ribeiro Gonçalves e o sistema de reservatório Coremas-Mãe d'água, considerados essenciais para o desenvolvimento socioeconômico da região e conseqüentemente dos estados que a bacia drena (MOURA, 2007).

De acordo com informações de Moura (2007), graças ao sistema de reservatórios Coremas-Mãe D'Água, que armazena 1,35 bilhões de m<sup>3</sup>, localizada na Paraíba, pode-se garantir o abastecimento urbano e rural da população possibilitando o desenvolvimento agrícola desta região, além de perenizar o Rio Piancó e o trecho do Rio Piranhas até a montante da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada no Rio Grande do Norte.

É notável a importância estratégica do manancial para o desenvolvimento desses dois estados sendo o responsável por inúmeras atividades socioeconômicas. Ao longo do trecho perenizado do Rio Piranhas possui polos agroindustriais, como o Polo do Alto Piranhas, com perímetro de irrigações de até 5.000 ha como também possui irrigações difusas recorrentes durante todo seu percurso. Além disso, suas adutoras abastecem vários municípios do sertão paraibano e Seridó potiguar como, o Sistema Adutor de São Bento, Coremas-Sabugi, Adutora Riacho dos Cavalos, Canal Coremas-Sousa, Adutora Piranhas-Caicó, bem como é manancial de abastecimento de várias cidades ribeirinhas (MOURA, 2007).

Segundo estudos realizados pelos órgãos governamentais, os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte consomem 64,3% da oferta de água do Rio Piranhas-Açu pois as atividades realizadas demandam um grande volume de água. Aliado a esse fator existe a problemática da contaminação do rio e dos seus afluentes pelos esgotos e poluição com agrotóxicos (MOURA, 2007).

### 3.7 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Paulista-PB se destaca pelo grande potencial turístico que possui. O privilégio de ser banhado pelas águas do Rio Piranhas, perene durante todo o ano, dá a cidade belas paisagens e chega a atrair diariamente centenas de turistas das cidades e estados vizinhos da região (Figura 4) (PAULISTA EM DESTAK, 2012) para se refrescarem nas águas do balneário.

**Figura 4 - Crianças se banhando no balneário em estudo**

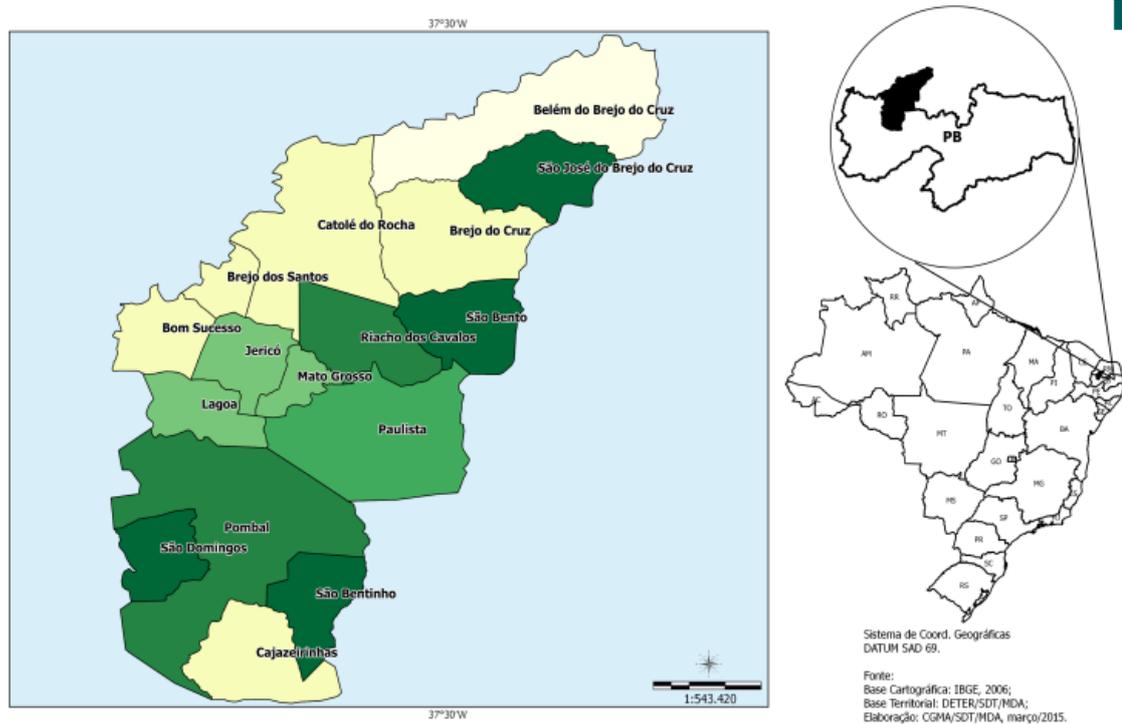


**Fonte:** Paulista em destak (2012).

O município de Paulista, pertencente ao estado da Paraíba, localiza-se a uma latitude  $06^{\circ}35'38''$  sul e a uma longitude  $37^{\circ}37'27''$  oeste, estando a uma altitude de 160 metros. Possui população de 11.788 habitantes e área de  $577 \text{ km}^2$ , conseqüentemente  $20,43 \text{ hab./km}^2$ . Situado a oeste do estado, na Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião de Sousa. Limita-se ao norte com os municípios de Riacho dos Cavalos e São Bento, a leste com Serra Negra do Norte, ao sul com São José do Espinharas, Vista Serrana, Condado e Pombal, e oeste com Pombal, Lagoa e Mato Grosso (Figura 5) (SILVA et al., 2010).



**Figura 6 – Municípios inseridos na sub-bacia do Média Piranhas**



Fonte: IBGE (2006).

Dados do IBGE (2008) já apontavam que o município de Paulista vinha passando por alguns impactos ambientais nos últimos tempos. Ao que diz respeito aos recursos hídricos que banham o município, os impactos ambientais observados com mais frequência são assoreamento dos corpos d'água, escassez do recurso e poluição (Figura 7). E como agravante, o município não conta com recursos específicos para a questão ambiental há pelo menos meses, assim como não realiza licenciamento ambiental em escala local.

**Figura 7 – Ocorrência impactantes observadas com frequência no meio ambiente**



Fonte: IBGE (2010).

Segundo o IBGE (2010), 33,6% da população possui esgotamento sanitário considerado adequado. No entanto, a rede de esgoto sanitário da cidade despeja seus efluentes totalmente brutos para o Rio Piranhas, já que não possui nenhum tipo de tratamento (ANA, 2007a).

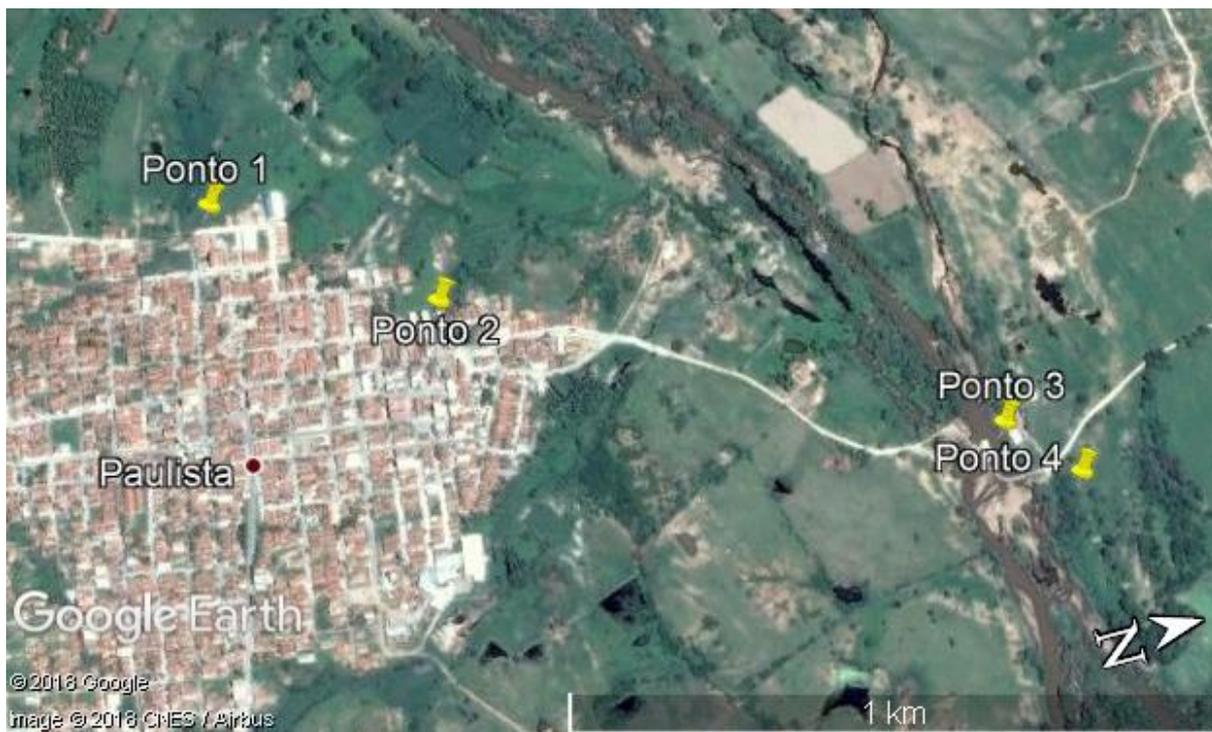
**Figura 8 – Esgoto a céu aberto no centro da cidade**



Fonte: ANA (2007a).

Um estudo realizado pela ANA (2007a), que buscava fazer um levantamento ambiental do Rio Piranhas detectou os vários pontos de lançamentos de esgotos sem tratamento no curso do rio e, com isso, posteriormente levantou algumas características das condições da água no trecho conhecido regionalmente pelo seu balneário, que está localizado a jusante dos pontos de lançamento dos efluentes, Figura 9.

**Figura 9 - Pontos avaliados no levantamento ambiental**



Fonte: Google Earth (2018).

Os pontos apresentados na Figura 9 representam:

- Ponto 1 - Centro da cidade Fossão de esgotos com efluentes para o rio;
- Ponto 2 – Descarte de efluente sanitário;
- Ponto 3 – Balneário do Rio Piranhas;
- Ponto 4 – Clube de lazer.

No Ponto 3 foram identificadas atividades impactantes como banhos de animais (cavalos) dentro do rio, lavagens de roupas, barracas de lazer, carros pipa coletando água, acúmulo de lixo nas margens, bem como assoreamento (ANA, 2007).

Assim, com as análises feitas, as condições avaliadas no ponto do balneário são apresentadas na Tabela 2 e comparadas com os valores máximos permitidos para a classe II ao qual o rio foi enquadrado segundo a Resolução do CONAMA nº 357/2005.

**Tabela 2 – Dados da qualidade da água no ponto do balneário do Paulista-PB**

<b>Parâmetro</b>	<b>Ponto a montante</b>	<b>Ponto a jusante</b>	<b>Valores máximos permitidos para água doce de Classe II</b>
Ph	8,1	8,1	6-9
T° C	30,83	30,04	-
Condutividade (mS/cm)	30	31	-
Turbidez (NTU)	2	2	100
STD (mg/L)	0,19	0,18	500
OD (mg/L O <sub>2</sub> )	9,7	19,8	>5

**Fonte:** ANA (2007).

Com base em visita técnica e conversas informais com os comerciantes locais, a popularização do balneário se deu após a construção da ponte que proporciona o acesso entre a zona urbana da cidade e algumas comunidades rurais que estão localizadas nas margens opostas do rio, quando surgiram as primeiras palhoças no local no início dos anos 90.

#### 4 METODOLOGIA

Tendo em vista que a impropriedade das águas doces para balneários pode ser definida através da avaliação da presença de coliformes termotolerantes, este critério foi utilizado para avaliar o desenvolvimento da qualidade das águas do balneário em estudo localizado no município de Paulista-PB. Para isso, foram feitas análises da concentração de coliformes termotolerantes em três pontos que foram determinados através de um sistema de posicionamento global (GPS) (Tabela 3).

Os pontos foram selecionados com o objetivo de rastrear a contaminação por efluentes domésticos da cidade de Paulista, que possui como local de lançamento um afluente do Rio Piranhas, desaguando próximo ao balneário em questão. As localizações dos pontos de amostragem estão ilustradas na Figura 10, sendo definidos conforme as marcações a seguir.

**Figura 10 – Localização geográfica dos pontos das análises**



Fonte: Google Earth (2018).

- Ponto 1: Afluente do Rio Piranhas com contribuição de esgoto doméstico *in natura* da cidade de Paulista (Figura 11 a);

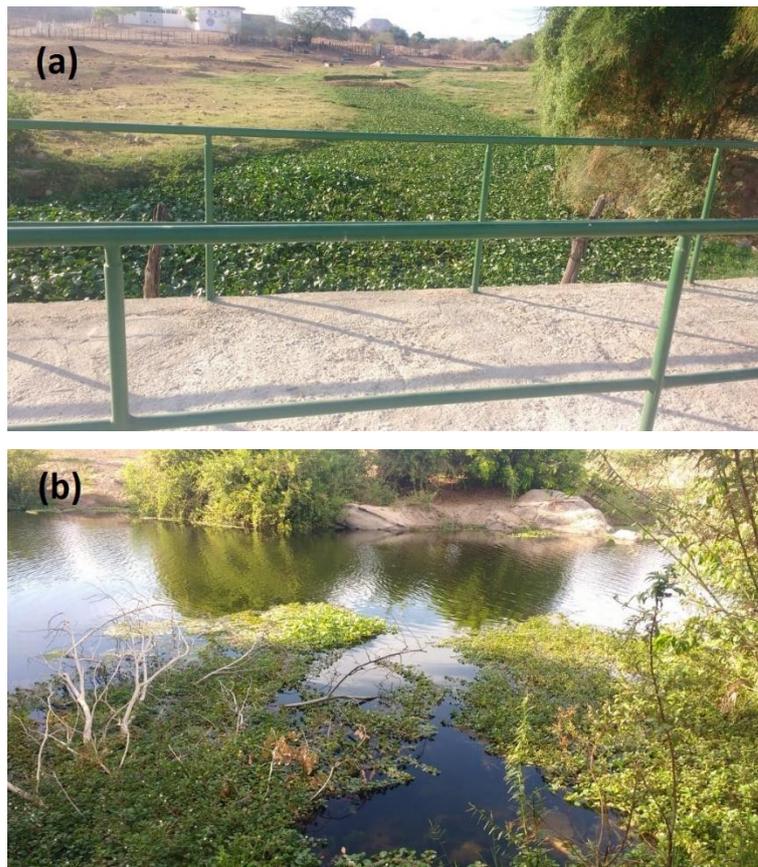
- Ponto 2: Desaguamento do afluente no Rio Piranhas, nas proximidades do balneário (Figura 11 b);
- Ponto 3: Local do balneário com maior concentração de banhistas (Figura 11 c).

**Tabela 3 – Localização geográfica dos pontos de coleta**

Ponto	Latitude (S)	Longitude (O)
1	6°35'20.79"	37°37'24.72"
2	6°35'17.60"	37°37'24.91"
3	6°35'14.16"	37°37'15.48"

Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 11 – Pontos de amostragens analisados, afluente do Rio Piranhas (a), Ponto de desague do afluente (b), local do balneário que apresenta maior concentração de banhistas (c)**





**Fonte:** Elaborada pela autora.

Apesar do lançamento de efluentes no afluente do Rio Piranhas ser intermitente, essa quantidade deve ter diminuído devido ao período de estiagem que diminui o consumo de água da cidade e em consequência diminuiu também a geração de esgoto. Além disso, a característica evapotranspiração da época, aliado a infiltração no solo, vem impedindo que o efluente escoe diretamente para o Rio Piranhas e conseqüentemente contamine o balneário. Durante o período de coleta das amostragens não foi verificado presença de precipitações pluviométricas no local.

Mesmo com a avaliação microbiológica, outros fatores podem ser preponderantes para classificar determinados pontos como inapropriados para banho. Para tanto, foi realizada visita *in loco* para verificar outros requisitos da balneabilidade, conforme a Resolução do CONAMA nº 274/2000, e para a análise de dados oficiais referentes a doenças transmitidas pela a água, foi utilizado a base de dados DATASUS do Ministério da Saúde.

#### 4.1 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Para coleta das amostras foi elaborado previamente um plano de amostragem, baseado nas normas apresentadas nas marcações abaixo.

- NBR 9896 – Glossário de poluição das águas - AGO 1993;
- NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987;
- NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987;

- NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratório de ensaio e calibração – Jan 2001;
- Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20.ed. (2005).

Cada ponto apresentado na Tabela 3 foi analisado cinco vezes, uma vez por semana, em semanas consecutivas, assim como recomendado pela Resolução CONAMA nº 274/2000, sempre entre os horários entre 17 às 18h.

Vale a pena ressaltar que anteriormente ao início das amostras válidas foram realizadas coletas testes para verificar qual a diluição necessária para realizar a análise dos coliformes termotolerantes. As datas das coletas testes e validas são apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4 – Datas das coletas das amostragens**

Análise	Amostra teste 1	Amostra teste 2	Amostra teste 3	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Data	26/06/18	03/07/18	17/07/18	16/07/18	23/07/18	30/07/18	06/08/18	13/08/18

Fonte: Elaborada pela autora.

As amostras testes foram necessárias para encontrar a diluição adequada possibilitando a contagem das colônias de maneira que as análises pudessem ser realizadas. Assim, a medida que os resultados saiam, estes iam balizando os próximos testes. A Tabela 5 demonstra os testes de diluições.

**Tabela 5 – Testes de diluições**

Análise	Teste 1	Teste 2	Teste 3
Ponto 1	10 <sup>-3</sup>	Sem diluição	10 <sup>-2</sup>
Ponto 2	10 <sup>-1</sup>	Sem diluição	10 <sup>-1</sup>
Ponto 3	Sem diluição	Sem diluição	10 <sup>-1</sup>

Fonte: Elaborada pela autora.

O procedimento de coleta foi realizado segundo a 23ª edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 2017), sempre tomando precauções para evitar a contaminação da amostra. As etapas metodológicas são apresentadas em 11 passos segundo marcadores a seguir.

- 1- Luvas látex foram vestidas;
- 2- Os frascos autoclavados foram pegos e retiradas as tampas, com bastante cuidado na assepsia;
- 3- Com uma mão, o frasco foi segurado pela base, imergindo-o com a abertura para baixo, cerca de 15 a 30 cm da superfície da água;
- 4- O frasco foi direcionado com a boca no sentido contrário ao da corrente;
- 5- Para permitir a saída de ar e conseqüente enchimento do mesmo, o frasco foi inclinado lentamente para cima;
- 6- Foi coletado amostras de 100 ml, deixando um espaço suficiente para sua homogeneização;
- 7- Fechou-se os frascos imediatamente após a coleta;
- 8- As amostragens foram identificadas de acordo com o ponto coletado;
- 9- As amostragens foram acomodadas na caixa de isopor com gelo;
- 10- E após todas as amostras coletadas, a caixa de isopor foi lacrada;
- 11- As amostras foram conservadas na caixa de isopor com gelo até a chegada ao laboratório;

Logo em seguida as amostras eram enviadas para o Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande na cidade de Campina Grande-PB. Devido a distância entre o ponto de coleta e o laboratório, a preservação da amostra foi vital para garantir a representatividade da quantidade de coliformes termotolerantes nos pontos coletados. Portanto, a manutenção de baixa temperatura das amostras foi garantida através do contato contínuo dos frascos com gelo e o respeito de realização da análise com menos de 24 horas da coleta foram rigorosamente mantidos, como recomenda a NBR 9898 (1987).

#### 4.2 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

Para determinação da presença dos coliformes termotolerantes usou-se a técnica da membrana filtrante, segundo determinações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 2017), esse método além de determinar a presença do microrganismo ainda é capaz de determinar a quantidade. O método é recomendado para águas de baixa turbidez de maneira que outras bactérias não coliformes não possam mascarar os resultados, sendo exatamente a condição das águas dos pontos amostrados (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

Devido às incertezas da presença de coliformes termotolerantes nas amostras, foi necessário fazer três análises testes. Estudando o comportamento da aparição dos coliformes nas análises testes, foi decidido que para as amostras coletadas a análise seria com volume de 100 ml e diluição de  $10^{-1}$  para o ponto 1 e para os pontos 2 e 3 não foi necessária diluição. Segundo Goldmann e Green (2008), esta análise pode ser realizada em volumes de 100 ml a 1.000 ml, com diluições diversas.

Algumas precauções foram tomadas antes de iniciar as atividades no laboratório. A luz UV foi ligada por 15 minutos, sem a presença de pessoas. Logo após a luz UV era desligada e passado álcool 70% nas bancadas, equipamentos e instrumentos. Bem como fechava-se as portas e janelas para não ocasionar contaminações durante as análises.

As etapas do procedimento de análise são apresentadas em marcações abaixo, além disso, os materiais utilizados são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6 – Materiais utilizados,**

Materiais
Equipamento de filtração com porta-filtro
Placa esterilizada de Ø 47 mm
Filtros de membrana de Ø 47 mm e porosidade de 0,45µm, com cartão absorvente
Meio de cultura (m-FC Agar Base)
Água de diluição estéril
Proveta graduada de 100 ml
Pinça de aço inox
Copo de aço inox
Bico de Bunsen
Bomba de vácuo (seringa)
Estufa bacteriológica
Autoclave

**Fonte:** Elaborada pela autora.

- a) A membrana filtrante foi colocada no porta-filtro, com pinça previamente flambada e fria;
- b) O frasco com a amostra foi agitado, pelo menos 25 vezes;
- c) A boca do frasco foi destampada e flambada;
- d) Foi vertido, cuidadosamente, 100 ml de amostra no porta-filtro, evitando que a água respingue sobre as bordas superiores (para o caso de diluição de  $10^{-1}$  foi colocada 1 ml da amostra para 9 ml de água de diluição, para  $10^{-2}$  foi colocada 0,1 ml da amostra para 9,9 ml de água de diluição e assim sucessivamente);
- e) A bomba de vácuo (seringa) foi ligada e feita a sucção;

- f) Depois da amostra foi filtrada, as paredes do funil foram lavadas 3 vezes com água de diluição estéril com porções de 20 ml aplicando vácuo;
- g) Após a lavagem e filtração, o vácuo foi aliviado e o funil foi removido do suporte;
- h) Com a pinça flambada e fria, o filtro foi removido do suporte e colocado dentro da placa de Petri com o meio de cultura e tampada, com o lado quadriculado para cima;
- i) A placa de Petri foi tampada e incubada invertida a  $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$  durante  $24 \pm 2$  horas;
- j) Encerrado o período de incubação, o filtro foi examinado fazendo a contagem das colônias de coliformes termotolerantes que aparecem na cor azul.

O meio de cultura m-FC Agar Base é utilizado com o ácido rosólico para a detecção e contagem de coliformes tolerantes na filtração por membrana. Seu preparo em laboratório seguiu os passos apresentados nas marcações.

- a) Foi suspenso 52 g do meio em 1 L de água purificada contendo 10 ml de ácido Rosólico 1% em NaOH 0,2 N. 2;
- b) Foi aquecido, agitado frequentemente e fervido por 1 minuto com o objetivo de dissolver o meio;
- c) Resfriado a temperatura de 45 a 50 °C.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos ambientais existentes na bacia de contribuição do Rio Piranhas, que podem influenciar diretamente na qualidade da água do balneário em estudo são caracterizados por despejos dos esgotos da cidade sem tratamento, além disso foi observado in loco algumas atividades impactantes como lavagens de carros e roupas, banhos de animais, coleta de água por carros pipa, poluição de resíduos sólidos (garrafas, latas, plásticos).

Outro impacto que também pode se destacar nesse contexto é o assoreamento do rio, que vem modificando o seu percurso e diminuindo a lâmina de água em alguns trechos. Este fato, no ponto do balneário, pode estar associado a instalações das barracas de lazer bem como na construção da ponte (passagem molhada) e a falta de proteção por vegetação das margens no ponto do balneário.

### 5.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Na primeira análise foram feitos os primeiros testes de diluição das amostras, pois ainda não se tinha conhecimento da quantidade de coliformes que seriam encontrados. Para o primeiro teste no Ponto 1 testou-se a amostra diluída à  $10^{-3}$ , por ser o ponto no afluente que recebe diretamente o esgoto acreditou-se que haveria uma grande quantidade de coliformes no local e precisaria de uma diluição maior para possibilitar a contagem. No Ponto 2, local próximo ao afluente contaminado, testou-se diluindo à  $10^{-1}$  e sem diluição para verificar qual se enquadraria melhor. E por fim, no Ponto 3, na localidade mais distante da contaminação pelos esgotos, o teste foi feito sem diluição obtendo os resultados apresentados na Tabela 7.

Analisando os resultados da Amostra teste 1, percebeu-se que a diluição de  $10^{-3}$  para ponto 1 não permitia a contagem dos coliformes termotolerantes. O mesmo raciocínio foi utilizado para balizar o segundo teste no ponto 2, já que a diluição  $10^{-1}$  não possibilitava a contagem dos coliformes termotolerantes. Assim, foi interpretado que o segundo teste deveria ser feito sem diluição em todos os pontos (Tabela 7).

No segundo teste, as amostras do ponto 1 se mostraram excessivas, portanto viu-se que precisava de uma diluição, testando a diluição  $10^{-2}$ . Conforme a Tabela 7, como no segundo teste o ponto mais distante do afluente (ponto 3) apresentou colônias excessivas, para o terceiro teste os pontos 2 e 3 foram testados com diluição  $10^{-1}$ .

A quantidade de coliformes consideradas existentes em cada amostra foi obtida através das médias, já que as análises foram executadas em triplicata.

**Tabela 7 – Coliformes encontrados nas Amostras teste**

<b>Amostra teste 1</b>					
<b>Ponto</b>	<b>Diluições</b>	<b>Coliformes termotolerantes/100 ml</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Média</b>
1	$10^{-3}$	00	00	00	00
2	$10^{-1}$	00	00	01	00
	Sem diluição	40	50	55	48
3	Sem diluição	45	40	48	44

<b>Amostra teste 2</b>					
<b>Ponto</b>	<b>Diluições</b>	<b>Coliformes termotolerantes/100 ml</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Média</b>
1	Sem diluição	Excessivas	Excessivas	Excessivas	Excessivas
2	Sem diluição	10	08	10	9
3	Sem diluição	Excessiva	04	03	3,5

<b>Amostra teste 3</b>					
<b>Ponto</b>	<b>Diluições</b>	<b>Coliformes termotolerantes/100 ml</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Média</b>
1	$10^{-2}$	00	00	00	00
2	$10^{-1}$	00	00	00	00
3	$10^{-1}$	01	00	00	00

**Fonte:** Elaborada pela autora.

Com os resultados observados na Tabela 7, foi definido que para o ponto 1 a diluição feita seria de  $10^{-1}$  já que no último teste a diluição a  $10^{-3}$ ,  $10^{-2}$  e sem diluição não permitia a contagem das colônias, já nos pontos 2 e 3 notou-se que não seria necessária diluição.

Uma vez determinada a diluição adequada para cada ponto, foi possível fazer as análises ao longo das cinco semanas consecutivas, resultando nos valores apresentados na Tabela 8.

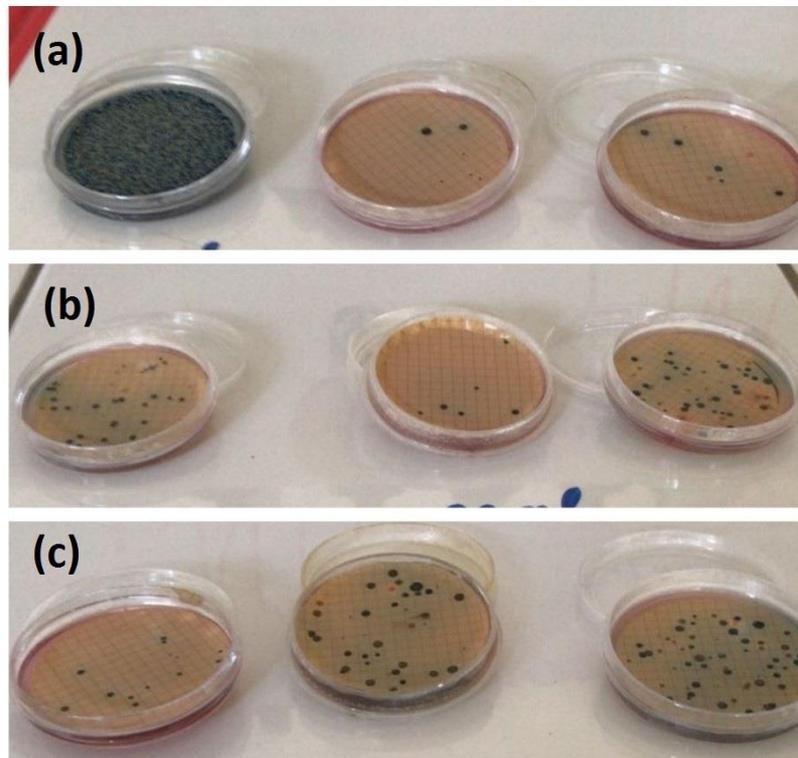
Tabela 8 – Coliformes/100 ml encontrados nas cinco semanas de amostragens

Ponto	Diluições	Semana	Coliformes termotolerantes/100 ml			
			1	2	3	Média
Ponto 1	10 <sup>-1</sup>	1	20	50	Excessivas	35
		2	10	00	20	15
		3	10	30	20	20
		4	00	00	00	00
		5	10	00	00	10
Ponto 2	Sem diluição	1	06	25	25	19
		2	33	36	32	34
		3	09	08	04	07
		4	Excessivas	67	Excessivas	67
		5	03	15	00	09
Ponto 3	Sem diluição	1	30	10	27	22
		2	27	46	17	30
		3	06	06	04	05
		4	05	09	23	12
		5	00	05	00	05

Fonte: Elaborada pela autora.

De forma ilustrativa, a Figura 12 apresenta imagens das placas de Petri após a análise da amostragem 1, nesse caso é possível verificar que houve apenas uma amostra não válida, devido a valor excessivo.

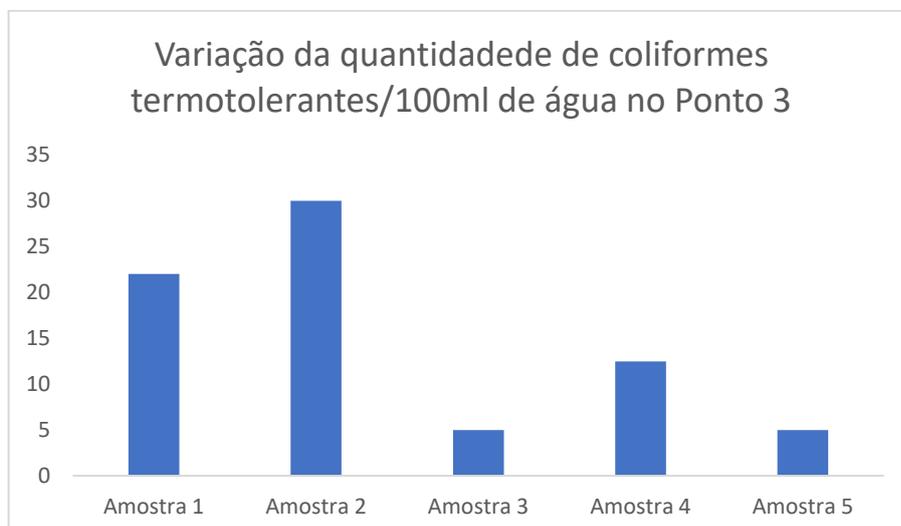
**Figura 12 – Colônias de coliformes termotolerantes nas Placas de Petri da amostragem 1, para os pontos 1 (a), 2 (b) e 3 (c)**



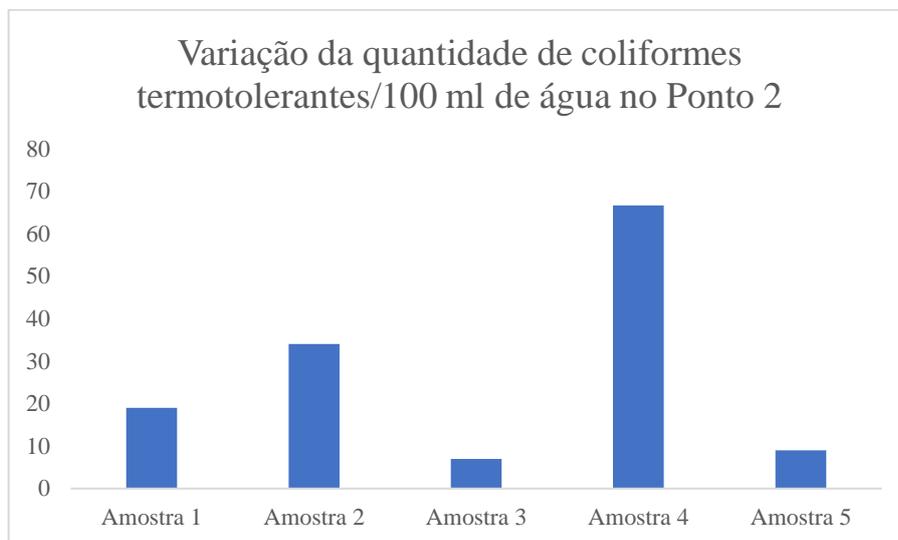
**Fonte:** Elaborada pela autora.

Para melhor análise das variações que ocorreram em função do tempo nos pontos amostrados foram elaborados os gráficos das Figuras 13, 14 e 15, nos quais é possível verificar que não houve variações padronizadas entre os pontos analisados.

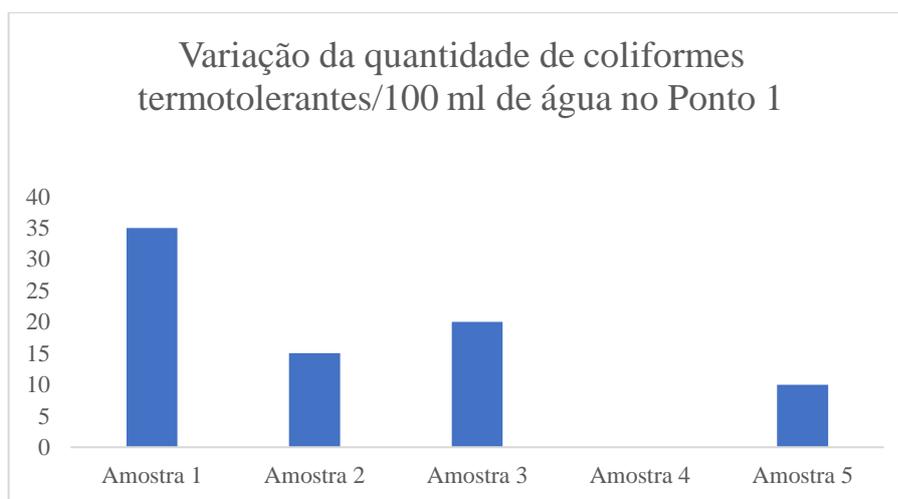
**Figura 13 – Variação da quantidade de coliformes termotolerantes/100ml de água no Ponto 3**



**Fonte:** Elaborada pela autora.

**Figura 14 – Variação da quantidade de coliformes termotolerantes/100ml de água no Ponto 2**

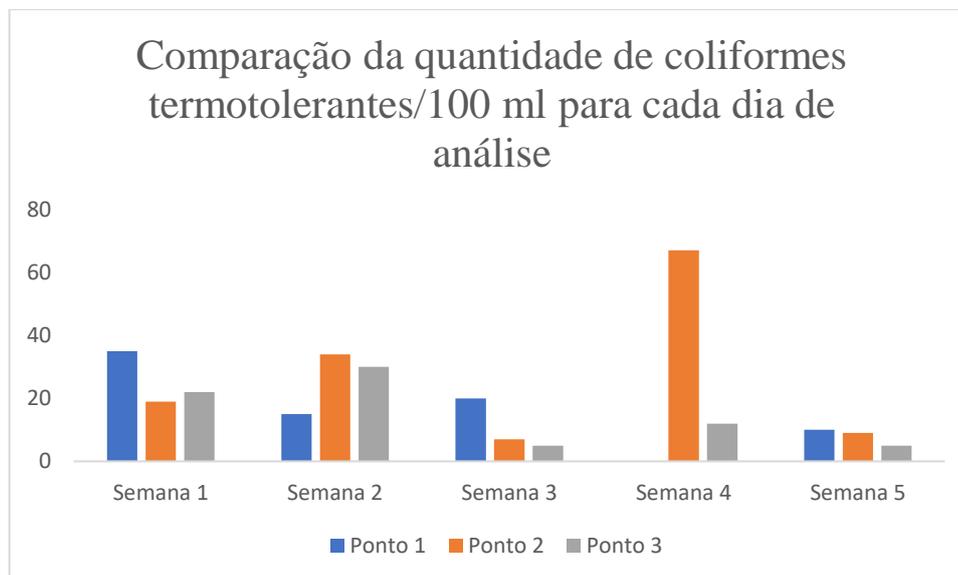
Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 15 – Variação da quantidade de coliformes termotolerantes/100ml de água no Ponto 1**

Fonte: Elaborada pela autora.

Por sua vez, para facilitar o entendimento da dinâmica de degradação da qualidade da água, ao longo dos três pontos analisados foi feito o gráfico da Figura 16. Essa figura mostra que os pontos 2 e 3 possuem, de forma geral, um mesmo padrão de comportamento, enquanto que o ponto 1 é mais discrepante e com concentrações de coliformes termotolerantes maior.

**Figura 16 – Comparação da quantidade de coliformes termotolerantes/100 ml para cada dia de análise**



**Fonte:** Elaborada pela autora.

### 5.3 AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE

Além da avaliação microbiológica outros fatores podem caracterizar um ambiente como impróprio para recreação de contato primário. Por isso, de acordo § 4º da Resolução do CONAMA nº 274/2000, foi avaliada a ocorrência de cada um dos critérios.

- De acordo com as análises microbiológicas feitas, as águas se classificam como próprias e de excelente qualidade;
- O valor obtido na última amostragem foi de 05 coliformes termotolerantes por 100 mililitros sendo bem inferior ao considerado inapropriado pela resolução;
- Foi feito um levantamento dos registros de notificações de doenças epidemiológicas transmissíveis por água. Onde viu-se que, conforme a Tabela 9 que traz as informações das notificações destas doenças segundo o DATASUS (2017), bem como a Tabela 10 que demonstra os registros de óbitos por ocorrências de doenças infecciosas e parasitárias e do aparelho respiratório, conforme dados do DATASUS (2016), o município não apresentou nos últimos anos surtos de enfermidades transmissíveis por via hídrica.

**Tabela 9 – Registro de enfermidades transmissíveis por vias hídricas no município de Paulista-PB no ano de 2017**

Enfermidade	Registro
Cólera	Nenhum
Coqueluche	Nenhum
Difteria	Nenhum
Doenças exantemáticas	Nenhum
Esquistossomose	Nenhum
Hepatite	Nenhum
Leptospirose	Nenhum
Hanseníase	1

Fonte: DATASUS (2017).

**Tabela 10 – Registro de óbitos/ocorrências no município de Paulista-PB no ano de 2016**

Enfermidade	Óbitos/ocorrências
Doenças infecciosas e parasitárias	2
Doenças do aparelho respiratório	10

Fonte: DATASUS (2016).

- Conforme a ANA (2007a) no trecho do rio que passa próximo a concentração urbana existem vários pontos de lançamento de esgoto bruto. *In loco* foi verificado um afluente do Rio Piranhas que recebe esgoto diretamente da rede de coleta e está localizado a 400 m do balneário, mas não está despejando suas águas no rio principal devido ao período de estiagem.

- Devido à falta de recursos, não foi possível verificar o pH da água, já que, segundo o INMETRO (2018), deve ser feita *in loco*. No entanto, um monitoramento feito no rio no período de 2013 a 2014 mostra que pH variou entre 6,98 a 6,5 (CHAVES et. al, 2015) mostrando que as águas não se encontraram fora do padrão ( $\text{pH} < 6,0$  ou  $\text{pH} > 9,0$ ).

- No local do balneário não foi verificado visualmente a floração de algas ou outros organismos que ofereçam riscos à saúde humana (Figura 17) devido à passagem molhada existente que retém água e isso pode ocasionar a diluição os nutrientes fazendo com que não cresça algas em demasia. Entretanto, existem pontos a jusante próximos do balneário que apresentam floração de algas (Figura 18) e que numa possível escassez essa floração pode se estender a área do balneário podendo influenciar na qualidade da água, necessitando de atenção para esta questão.

**Figura 17 – Ponto do balneário**



**Fonte:** Elaborada pela autora.

**Figura 18 – Floração de algas em ponto jusante próximo ao balneário**



**Fonte:** Elaborada pela autora.

## 6 DISCUSSÃO

Comparando os resultados obtidos com os requisitos da Resolução CONAMA nº 274/2000, é possível afirmar que a água do balneário é adequada para recreação de contato primário, ou seja, é balneável. E não apenas isso, mas também que deve ser categorizada como de qualidade excelente, pois 100% das amostras apresentaram-se muito abaixo do valor máximo permitido pela referida resolução, que é de 250 coliformes termotolerantes/100 ml.

Entretanto, não se pode afirmar, mesmo sendo classificada como excelente, que a água não apresenta riscos para a saúde da população que a utiliza, pois segundo a Organização Mundial de Saúde (2003) com menos de 40 coliformes termotolerantes/100 ml tem-se o risco de menos de 1% de contrair doenças gastroentéricas e menos de 0,3% de contrair doenças respiratórias febris.

Nas amostragens não houve um padrão na concentração de coliformes termotolerantes, de maneira que estas, as vezes aumentavam, as vezes diminuía, sem um critério bem definido, o que pode ser reflexo da contribuição imprevisível dos efluentes domésticos, que em alguns momentos tem e em outros não, devido à baixa vazão do esgoto e as condições de estiagem. Este fato também pode estar vinculado à autodepuração dos efluentes acontece antes mesmo do afluente chegar ao rio principal. Mesmo com baixos índices de coliformes termotolerantes, o afluente pode ser considerado inadequado para recreação primária por seu aspecto estético e organoléptico não recomendáveis.

Comparando as concentrações de coliformes termotolerantes dos pontos 2 e 3, percebe-se que basicamente tem os mesmos valores, sendo que no ponto 2 geralmente é um pouco maior que no ponto 3, mostrando que a autodepuração vem funcionando. Contudo eles são parecidos pois estão interligados e sem contribuição de efluente, basicamente sendo uma mesma água. Por outro lado, a qualidade no ponto 1 é pior, pois parte do efluente lançado fica acumulado nesse ponto.

Em relação aos demais requisitos da resolução de balneabilidade do CONAMA, foi possível verificar que todos estão adequados para a classificação balneável. De maneira que, o Rio Piranhas em geral não apresenta problemas quanto o pH da água; não há registros de surtos de doenças transmissíveis por via hídrica no município; o afluente mais próximo ao balneário não está desaguando no rio devido à estiagem, portanto, não está havendo contaminação direta neste ponto; não foi verificado visualmente floração de algas ou outros microrganismos que ofereçam riscos no local do balneário, no entanto, o excesso de algas verificado na jusante do ponto do balneário pode ser ocasionado pela quantidade de efluentes

lançados *in natura* que por mais que não estejam alcançando visivelmente o corpo d'água, através da infiltração, contaminação dos aquíferos, esses nutrientes entram no rio principal e são de difícil remoção, diferente dos coliformes termotolerantes, por isso se mantém mesmo com o esgoto não indo diretamente para o rio.

Ainda que as águas do balneário atendam às restrições da resolução e não apresentem problemas com a balneabilidade, algumas medidas poderiam ser tomadas para melhorar as condições de banho do local, já que foram identificados impactos ambientais aos seus arredores. Portanto, nota-se a necessidade de atenção das autoridades de vigilância sanitária e ambiental para que desenvolvam estratégias visando proteger a saúde dos banhistas e minimizar os impactos ambientais sofridos pelo rio através da preservação da mata ciliar, controle do uso e ocupação do solo na bacia de contribuição do balneário.

Para oferecer uma maior segurança sanitária e estimular uso da área de estudo como área de lazer, propõe-se o estabelecimento de um programa de monitoramento da balneabilidade em diferentes estações do ano para confirmar a hipótese de que quando o esgoto se juntar ao rio ele possa piorar a qualidade da água, associado a limpeza das margens periodicamente, instalação adequada de sinalização das condições do rio e mobilização da população por meio de campanhas educativas quanto à poluição. Vale ainda ressaltar a necessidade urgente de se tomar providências por parte das autoridades com relação à implantação de saneamento básico no município.

## 7 CONCLUSÃO

A água do balneário é própria para o uso e ainda é classificada como excelente, de acordo com os padrões de qualidade de água determinados pela Resolução nº 274/2000 do CONAMA, pois, segundo o estudo realizado, o local apresenta baixos níveis de coliformes termotolerantes. Este fato pode ser o reflexo das condições climáticas e baixa geração de esgoto por Paulista que no período de avaliação não está contribuindo regularmente com as águas do rio piranhas, mas que pode prejudicar a qualidade da água em condições diferentes.

Portanto, devem ser realizadas medidas para diminuir esse risco, como a cessação de geração de efluente bruto no afluente do Rio Piranhas, preservação da mata ciliar, controle do uso e ocupação do solo na bacia de contribuição do balneário, além do estabelecimento de um programa de monitoramento da balneabilidade realizado em diferentes estações do ano, associado a limpeza das margens periodicamente, instalação adequada de sinalização das condições do rio, mobilização da população por meio de campanhas educativas quanto à poluição e implantação de saneamento básico.

Para verificar a qualidade da água é necessário o monitoramento e assim ter-se seu controle. Pois através do monitoramento é possível traçar estratégias para uma gestão que preserve o ecossistema e permita seu uso preponderante segundo o enquadramento. Seguindo as recomendações da WHO, os balneários devem geridos de maneira que se possa identificar, caracterizar e minimizar os riscos à saúde humana que sejam associadas à recreação. O êxito do gerenciamento adequado pode implicar em desenvolvimento da economia local e desenvolvimento de normas locais que envolvam a preservação do local.

## 8 REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9897: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9896: Glossário de poluição das águas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para competência de laboratório de ensaio e calibração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

AESA – Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Apresentação**. 2018. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/piranhas-acu/>>. Acesso em: 21 abr. 2018a.

AESA – Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Informações básicas: Aspectos Legais**. 2018. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/institucional/informacoes-basicas-2/>>. Acesso em: 08 mai. 2018b.

AESA. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Paraíba: AESA, 2006. 256p.

ALMEIDA, E. A. F.. **Microbiologia e parasitologia da areia da praia do balneário Rincão, Içara, SC**. Criciúma: UNESC, 2011.

ANA – Agência Nacional de Gestão das Águas. **Levantamento Ambiental do Rio Piranhas-Açu: Atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras**. Set, 2007a. 88 p.

ANA. Agência Nacional de Gestão das Águas. **A história do uso da água no Brasil: do descobrimento ao Século XX**. Brasília: Editora Athalaia, 2007b. 249 p.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23 ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 2017.

AURELIANO, J. T. **Balneabilidade das praias do Estado de Pernambuco. O núcleo da Região Metropolitana do Recife**. Recife: UFPE, 2000.

BARBOSA, E. M.; NETO, J. D. Recursos hídricos da Paraíba: uma abordagem jurídico-institucional. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 094-112, jan/abr, 2009.

BERG, C. H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, Florianopolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, jul./out, 2013.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.; MIERZWA, J.; BARROS, M.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia sanitária e ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 jan. 2001, Seção 1, p. 70-71.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005a. Seção 1, p. 58-63.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado da Paraíba: diagnóstico do município de Paulista**. Recife, 2005b. 19 p.

CBH PPA – Comitê das Bacias Hidrográficas do rio Piancó-Piranhas-Açu. **A Bacia**. 2018. Disponível em: < <http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/portal/a-bacia/>>. Acesso em 14 de nov. 2018.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo: Balneabilidade das Praias**. São Paulo: CETESB, 2014. 213 p.

CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; CRISPIM, D. L.; SILVA, F. T.; FERREIRA A. C. Monitoramento e qualidade das águas do Rio Piranhas. **Revista Verde**, v.10, n. 1, p. 160-164. 2015.

DATASUS. **Informações de Saúde (TABNET)**. 2016. Disponível: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10pb.def>>. Acesso em 05 dez 2018.

DATASUS. **Informações de Saúde (TABNET)**. 2017. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29892215&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinanet/cnv/lepto>>. Acesso em 05 dez 2018.

EIGER, S. Comentários sobre a avaliação da balneabilidade de águas litorâneas. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 16-28. 1999.

GOLDMAN, E.; GREEN, L. H. **Practical Handbook of Microbiology**. 2 ed. New York: CRC, 2008.

GOOGLE. **GOOGLE EARTH**. Imagens do ano de 2018. 2018. Acesso em 04 dez. 2018.

GOOGLE MAPS. **Paulista-PB**. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Paulista++PB/@-6.6162988,-37.7672882,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x7a56d5e96375941:0xab4ff9b48baddbb6!8m2!3d-6.5969647!4d-37.6246942>> Acesso em 20 nov. 2018.

IBGE. **Paulista – PB**. 2008. Disponível em: <<http://zeoserver.pb.gov.br/portaldeme/ideme/objetivos-do-milenio/paulista.pdf>>. Acesso em 04 dez 2018.

IBGE. **Perfil Territorial. Médio Piranhas – PB**. 2015. Disponível em: <[http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno\\_territorial\\_198\\_M%C3%83%C2%A9dio%20Piranhas%20-%20PB.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_198_M%C3%83%C2%A9dio%20Piranhas%20-%20PB.pdf)>. Acesso em 04 dez 2018.

INMETRO – Instituto de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **NIT-DICLA-057: Critérios para acreditação da amostragem para ensaios de águas e matrizes ambientais**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2018.

LOPES, F. W. A.; JR, A. P. M.; VON SPERLING, E. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos a saúde, limitações metodológicas e operacionais. **Hygeia**, Uberlândia, v. 9, n. 16, p. 28-47, jun. 2013.

MALISSARD, A. **Les Romains et l'Eau: Fontaines, salles de bains, thermes, égouts, aqueducs**. Paris: Ed. Les Belles Lettres, 1994. 342 p.

MARTINS, L. K. L. A. **Contribuições para monitoramento de balneabilidade em águas doces no Brasil**. Belo Horizonte: UFMG, 2012. 157 p.

MOURA, E. M. **Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do Rio Piranhas-Açu entre os açudes de Coremas-Mãe D'Água e Armando Ribeiro Gonçalves**. Natal: UFRN, 2007. 140 p.

NETO, B. M. **Geografia: Textos, Contextos e Pretextos para o Planejamento Ambiental**. 1 ed. Guarabira: Gráfica São Paulo, 2003.

PARAÍBA. Decreto-lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005, com as alterações e revogações introduzidas pela 8.042, 27 de junho de 2006. Cria a Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba. **João Pessoa**, Paraíba, 07 de jul. 2005. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/lei7779.php>>. Acesso em 27 nov. 2018.

PAULISTA EM DESTAK. **Parabéns Paulista: conheça um pouco sobre a cidade capital brasileira da Poesia e veja o que rolou no evento de comemoração dos seus 50 anos de emancipação política**. 2012. Disponível em: <<http://paulistaemdestak.blogspot.com/2012/01/parabens-paulista-conheca-um-pouco.html>> Acesso em 20 nov. 2018.

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, p. 239, fev. 2004.

SILVA, R. A.; FILHO, S. F.; OLIVEIRA, A. V. B.; ARAÚJO, A. S.; SILVA, F. O.; P, E. M. Caracterização do sistema de produção de leite do município de Paulista-PB. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n 2, p. 31-46, 2010.

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. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2548301/>> Acesso em 08 de nov. 2018.

SOARES, D. N. E. S. **Bases microbiológicas e químicas da qualidade ambiental da água e areia da orla de Manguinhos - Serra, Espírito Santo, Brasil.** Vila Velha: UVV, 2009.

SOUZA, L.C.; IARIA, S. T.; PAIM, G. V.; LOPES, C. A. M. Bactérias coliformes totais e coliformes de origem fecal em águas usadas na dessedentação de animais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, p. 112-122, 1983.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** 8 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 894 p.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010, 2011.** Florianópolis, 2011. 57p.

VON SPERLING, E. Água para saciar corpo e espírito: Balneabilidade e outros usos nobres. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2003, Joinville. **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental n. 22**, Joinville, 2003, p. 14-19.

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

WHO. World Health Organization. **Guidelines for safe recreational water environments Volume 1: coastal and fresh waters.** Geneva, 2003. 253 p.

WHO. World Health Organization. **Monitoring bathing water: a practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programmes.** London: E & FN Spon, 2000, 311 p.