

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA – CTEC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E**  
**SANEAMENTO – PPGRHS**  
**MESTRADO EM RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO**

**MILENA BANDEIRA DE MELO**

**VARIAÇÃO NAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS URBANAS**  
**DE MACEIÓ AO LONGO DE UMA DÉCADA**

**MACEIÓ**

**2016**

MILENA BANDEIRA DE MELO

VARIAÇÃO NAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS URBANAS DE  
MACEIÓ AO LONGO DE UMA DÉCADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Augusto Caffaro Filho.

Maceió

2016

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade**

M528v

Melo, Milena Bandeira de.

Varição nas condições de balneabilidade das praias urbanas de Maceió ao longo de uma década / Milena Bandeira de Melo. – 2016.  
39 f. : il.

Orientador: Roberto Augusto Caffaro Filho.

Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. Maceió, 2016.

Bibliografia: f. 34-36.

Anexos: f. 37-39.

1. Balneabilidade. 2. Indicadores de contaminação - Coliformes fecais.  
3. Enterococcus. 4. Galerias pluviais. 5. Praias – Maceió. I. Título.

CDU: 628.191



## Folha de Aprovação

MILENA BANDEIRA DE MELO

Variação nas condições de balneabilidade das praias urbanas de Maceió ao longo de uma década

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Prof. Dr. Roberto Augusto Caffaro Filho (Orientador)

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves  
(Examinador interno - PPGRHS-UFAL)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira  
(Examinadora externa - UFC)

Dedico aos meus pais, meu noivo Wallas Henrique, que me apoiou nas horas mais difíceis e aos meus irmãos pelo companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

A minha mãe e ao meu pai pelo carinho e apoio sempre.

A meu noivo Wallas Henrique, por abrandar minhas agonias e, de forma tão especial, me dar força, coragem e apoio em todos os momentos.

A meus irmãos, pelo apoio e incentivo sempre.

A meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Roberto Augusto Caffaro Filho, por ter me aceitado como sua orientanda, pelo contínuo incentivo, paciência e atenção e pelas valiosas sugestões e contribuições profissionais. E que me acompanha desde a graduação me orientando. O meu muito obrigada.

A todos os colegas do curso, em especial Schayanna, Aryane e Pedro, pelo apoio e incentivo permanente.

Aos projetos no qual estou envolvida, tais como Projeto Casadinho, onde tive a oportunidade de passar 6 meses em São carlos aprendendo e vivenciando uma experiência incrível e o Projeto Hidroeco(H<sub>2</sub>Urb), que contribuiu muito para esse trabalho.

Ao Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas – IMA, nas pessoas de seus técnicos Ligia, Manoel Messias, Edson, Ricardo de Oliveira César, pela atenção desprendida, pela ajuda na obtenção de informações e dados que foram de extrema importância para realização deste trabalho.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos –SEMARH, na pessoa do técnico Brunno, pela cessão dos dados meteorológicos.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa

## RESUMO

A qualidade da água para fins de recreação de contato primário constitui a balneabilidade, sendo necessário para sua avaliação o estabelecimento de critérios objetivos. Esses critérios estão baseados em microrganismos indicadores de contaminação fecal a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões preestabelecidos. A balneabilidade das praias do litoral Alagoano é monitorada pelo Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA/AL). O presente estudo teve como objetivo avaliar as condições de balneabilidade das principais praias urbanas de Maceió ao longo de uma década, através da compilação e análise dos dados oficiais do IMA/AL desde 2006 até 2015. Verificou-se que nos últimos três anos houve piora generalizada na qualidade das Praias de Pajuçara e Ponta Verde. Foram realizadas análises nas galerias pluviais que deságuam no entorno dos pontos de monitoramento de balneabilidade compreendidos neste estudo. Em algumas amostras foram encontradas concentrações de indicadores fecais (*Enterococcus*) próximas à concentração encontrada em amostras de esgoto. Foram levantadas informações a respeito do sistema de coleta e transporte de esgoto presente na região estudada. Verificou-se que a piora na balneabilidade está diretamente relacionada com extravasamentos sistemáticos de esgoto que vem ocorrendo na rede coletora, sendo que esses esgotos têm chegado às praias através do sistema de drenagem pluvial. A situação levantada nesta pesquisa ressalta a importância da divulgação das condições de balneabilidade das praias turísticas de Maceió pelos órgãos competentes.

**Palavras-chave:** Balneabilidade. Indicadores de contaminação fecal. *Enterococcus*. Galerias pluviais. CONAMA 274/2000.

## ABSTRACT

Recreational water quality relies on objective water quality criteria. These criteria are based on fecal indicator bacteria monitoring and their concentrations confronted with pre-established standards. Recreational water quality of Alagoas coastal beaches is monitored by the State of Alagoas Environmental Institute (IMA/AL). This study aimed to evaluate the recreational water quality of the main urban beaches of Maceio city over a decade, through the collection and analysis of official data of IMA/AL from 2006 to 2015. In the last three years there has been general worsening on the quality of Pajuçara and Ponta Verde Beaches. Analyses were performed in storm drains that flow into the surroundings of recreational water quality monitoring stations included in this study. Some samples presented fecal indicator concentrations (enterococci) near the concentration found in sewage samples. Information was gathered regarding the sewage collection and transport system in the studied region. It was found that the decline in recreational water quality is directly related to systematic sewer overflows that have been occurring in the collection system, and this sewage has been reaching the beaches through the storm drainage system. The situation exposed in this research emphasizes the importance of publicizing the recreational water quality conditions of the touristic beaches of Maceio city by the competent authorities.

**Keywords:** Recreational water quality. Fecal indicator bacteria. Enterococcus. Storm drains. CONAMA 274/2000.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo e os pontos de monitoramento de água.....	12
Figura 2 – Mapa mostrando a localização das galerias pluviais e riachos urbanizados amostrados neste estudo, e sua proximidade aos pontos de monitoramento de balneabilidade compreendidos na pesquisa.....	16
Figura 3 – Galeria pluvial na Praia de Pajuçara.....	17
Figura 4 – IAB dos pontos de monitoramento de balneabilidade analisados neste estudo.	18
Figura 5 – Índice Anual de Balneabilidade – IAB em cada ponto de monitoramento no período de 2006 a 2015.....	19
Figura 6 – Média do Índice Anual de Balneabilidade para todos os pontos de monitoramento na região estudada.....	21
Figura 7 – Precipitação acumulada na última década na região litorânea de Maceió, por trimestre (colunas), e dinâmica do IAB médio para todos os pontos de monitoramento na última década, por trimestre (linhas).....	22
Figura 8 – Relação entre número de ligações de esgoto na Unidade de Negócios Jaraguá da CASAL e o IAB médio no período de 2010 – 2015.....	24
Figura 9 – Transbordamento de esgoto na Bacia da Pajuçara.....	24
Figura 10 – Investimento em obras de recuperação do coletor tronco da Praça Lions ao Emissário.....	28
Figura 11 – Investimento em obras de esgotamento na Bacia da Pajuçara.....	29
Figura 12 – Evolução dos investimentos da CASAL no sistema de esgotamento sanitário de 2005 a 2013.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos de Monitoramento de balneabilidade do IMA/AL avaliados neste estudo.....	12
Tabela 2 – Critérios para o cálculo do Índice Anual de Balneabilidade – IAB.....	14
Tabela 3 – Localização das galerias pluviais e riachos urbanizados amostrados neste estudo.....	16
Tabela 4 – Concentrações de <i>Enterococcus</i> ( NMP/100mL) nas amostras coletadas em galerias pluviais e riachos urbanizados que deságuam na região de estudo.	25
Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos das amostras de água dos pontos estudados nas galerias Maceió – AL.....	27
Tabela 6 – Utilização de sinalização física pelos órgãos ambientais estaduais da região nordeste para divulgação da balneabilidade das praias.....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização da área</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Coleta de dados balneabilidade</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Coleta de dados de precipitação (SEMARH)</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Coleta de dados de ligações de esgoto (Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL)</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b>Coleta de amostras de água nas galerias pluviais – local de coleta e processamento das amostras</b> .....	<b>15</b>
<b>2.6</b>	<b>Análise das variáveis físico-químicas</b> .....	<b>17</b>
<b>2.7</b>	<b>Análise microbiológica</b> .....	<b>17</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Quantificação de <i>Enterococcus</i></b> .....	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>34</b>
	<b>ANEXO A - FOTOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário dos países desenvolvidos, onde o trato com os assuntos ambientais tem sua relevância considerada, seja em termos de investimento na educação da população, seja na construção de um conjunto de normas e leis abrangentes e modernas ou nas ações fiscalizadoras e punitivas, o Brasil continua a enfrentar problemas básicos de saneamento ambiental e todas as suas consequências para saúde, economia e bem-estar da população (ADAS, 1993; COSTA, 1994). O problema encontra-se principalmente na falta de novos investimentos, na falta de manutenção das soluções existentes como também na ausência de uma fiscalização eficiente. Em Maceió, esta realidade do problema não é diferente: a estrutura de saneamento básico é ainda precária tendo apenas 34% dos seus dejetos recolhidos e tratados no emissário submarino existente, de forma primária antes de serem lançados ao mar (ATLAS..., 2011). Dessa forma, muitas vezes esses dejetos não tratados são lançados diretamente nas praias e afluentes, influenciando de maneira negativa a balneabilidade. Estima-se que 50% da população mundial vivem em cidades localizadas a menos de 100 km da linha de costa (STEWART *et al.* 2008). No Brasil, estudos mostram que 1/3 da população vive a beira-mar e cerca de 50% vive a menos de 200 km da costa (MMA, 2008).

A balneabilidade pode ser definida como sendo uma propriedade das águas para fins de recreação de contato primário, sendo necessário, para sua avaliação, o estabelecimento de critérios que devem estar baseados em indicadores a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões preestabelecidos (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2004, 2004). A identificação das condições de balneabilidade em um determinado local fornece orientação aos usuários (BOEHM; SHELLENBARGER; PAYTAN, 2004).

A contaminação do ambiente costeiro se dá a partir de fontes pontuais e/ou difusas. Geralmente, a contribuição predominante é a de fontes pontuais de contaminação como o descarte de esgoto e resíduos contaminados diretamente na areia e água da praia ou indiretamente por meio de rios, riachos e galerias pluviais costeiras (VIEIRA *et al.*, 2011). O aporte de efluente doméstico é uma das principais fontes, sendo o grau de contaminação desse efluente dependente da incidência de doenças na população que o produz (VON SPERLING, 2001). Fontes não pontuais ou difusas também podem contribuir para a contaminação de origem fecal das praias, como exemplo, água subterrânea contaminada e areia ou sargaço expostos à contaminação prévia (VIEIRA *et al.*, 2011).

Existem inúmeros efeitos que a má qualidade das praias pode ocasionar na saúde da população que as frequenta, como doenças de veiculação hídrica. Gastroenterites, infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta são as doenças mais comuns em banhistas. Há uma preocupação crescente de saúde relacionados com a natação em águas contaminadas. Globalmente, a cada ano, há um número estimado de 120 milhões de casos de doença gastrointestinal e superior a um número estimado de 50 milhões de casos do que grave doenças respiratórias associadas a nadar e tomar banho em águas costeiras poluídas por águas residuais (SOLO-GABRIELE, 2011). Porém em locais contaminados há também o risco de ocorrência de doenças mais graves, tais como disenteria, cólera, hepatite A e febre tifóide (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

Microrganismos indicadores vêm sendo utilizados na avaliação da qualidade microbiológica da água há muito tempo. São grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal e também sobre a possível presença de patógenos (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

Mundialmente, tem se utilizado o grupo Coliformes Termotolerantes como indicador para avaliação microbiológica da qualidade recreacional de águas. Diversos estudos epidemiológicos têm demonstrado correlação entre *E. coli* e *Enterococcus* associada a gastroenterites em nadadores. Diversos países já utilizam o grupo do *Enterococcus* como indicador padrão para qualidade de águas recreacionais. No caso das águas marinhas foi observada uma melhor correlação da densidade de *Enterococcus* com a ocorrência de gastroenterites (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

No âmbito nacional, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA trata da qualidade das águas costeiras nas Resoluções nº357/05 e nº 274/00. A Resolução nº 357/05 trata da classificação dos corpos d'água continentais e costeiros, das diretrizes para seu enquadramento e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 2005). A Resolução nº 274/00 define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, incluindo metodologia de monitoramento, indicadores microbiológicos e valores de referência que classificam a água marinha analisada como imprópria ou própria para execução de atividades de lazer de contato primário (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 2005).

Destarte, a questão abrange dois importantes aspectos: saúde pública e turismo. Em relação ao primeiro, o que está em jogo são as condições sanitárias desses locais, com ênfase à possível transmissão de doenças a população. Já o turismo tem seus reflexos diretamente

atrelados à economia do município, pois o comércio no local depende muito da presença de turista, o que por sua vez só pode ser garantida proporcionando-se uma praia que atenda aos padrões de qualidade exigidos na legislação (CARDONHA,2004).

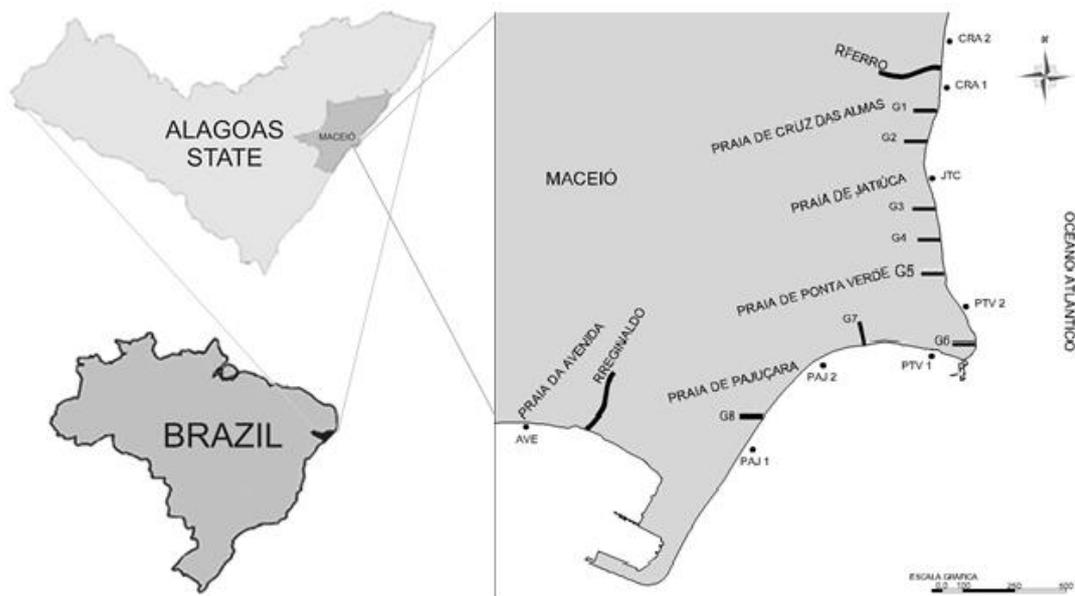
Dentro deste contexto, em Maceió, a exploração do turismo responde por grande parte da geração de renda, e suas praias são consideradas as mais bonitas praias urbanas do Brasil. O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise de dados históricos de balneabilidade de praias importantes do eixo turístico alagoano ao longo de uma década.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da área

A área estudada compreende um trecho de praias urbanas do município de Maceió – AL, entre os bairros de Jaraguá e Cruz das Almas, onde estão localizados os pontos de monitoramento de balneabilidade avaliados nesta pesquisa (Figura 1). A Tabela 1 mostra a localização precisa e as coordenadas dos referidos pontos monitorados.

**Figura 1 - Localização da área de estudo e os pontos de monitoramento de água**



Fonte: Autora, 2016.

**Tabela 1 – Pontos de Monitoramento de balneabilidade do IMA/AL avaliados neste estudo.**  
Continua

Pontos de monitoramento	Praia/Local da coleta	Coordenadas	
		Norte	Sul
<b>AVE</b>	Praia da Avenida/Av. Assis Chateaubriand, interseção com a Rua Barão de Anadia	-09°40'12,9"S	035°44'08,9"W
<b>PAJ1</b>	Praia de Pajuçara/Av. Dr. Antônio Gouveia, interseção com a Rua João Carneiro	- 09°40'23,1"S	035°42'57,3"W
<b>PAJ2</b>	Praia de Pajuçara/Av. Dr. Antônio Gouveia, interseção com a Rua Júlio Plech Filho	- 09°36'54,0"S	035°42'31,4"W
<b>PTV1</b>	Praia de Ponta Verde/Av. Silvio Carlos Viana, interseção com a Rua Profª Hígia Vasconcelos	- 09°39'52,7"S	035°41'53,6".
<b>PTV2</b>	Praia de Ponta Verde/Av. Álvaro Otacílio, entre as Ruas General. Dr. João Saleiro Pitão e Dr. Rubens Canuto	- 09°39'42,3"S	035°41'45,7"W
<b>JTC</b>	Praia de Jatiúca/Av. Álvaro Otacílio, entre as Avenidas Antônio de Barros e Empresário Carlos da Silva Nogueira	- 09°38'59,6"S	035°41'58,5"W

**Tabela 2 – Pontos de Monitoramento de balneabilidade do IMA/AL avaliados neste estudo.**

Pontos de monitoramento	de Praia/Local da coleta	Conclusão	
		Coordenadas Norte	Sul
<b>CRA1</b>	Praia de Cruz das Almas/Av. Brigadeiro Eustáquio Gomes, entre as Ruas Mascarenhas de Brito e Padre Luiz Américo Galvão	- 09°38'19,6"S	035°41'53,0"W
<b>CRA2</b>	Praia de Cruz das Almas/ Av. Brigadeiro Eustáquio Gomes, entre as Ruas Padre Luiz Américo Galvão e Mauro Machado Costa	- 09°37'57,9"S	035°41'47,7"W

Fonte: Instituto de Meio Ambiente - IMA

O ponto de monitoramento AVE, localizado na praia da Avenida, foi selecionado apenas para análise como um comparativo, tendo em vista que a região onde o mesmo se encontra é reconhecidamente poluída, não é frequentada por turistas, e não compreende a região onde se localizam os principais hotéis da cidade de Maceió.

## 2.2 Coleta de dados balneabilidade

Foi levantado o histórico de dados balneabilidade referentes ao período de 2006 a 2015. Tais dados foram pesquisados *in loco* nos arquivos do Instituto do Meio Ambiente – IMA/AL. Os dados foram compilados em planilhas eletrônicas utilizando-se o programa Excel.

Para cada ponto de monitoramento de balneabilidade foi calculado o Índice Anual de Balneabilidade – IAB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011), que é uma qualificação anual que sintetiza a qualidade das águas monitoradas ao longo do ano. Ou seja, o IAB expressa não apenas a qualidade mais recente apresentada pelas praias, mas a qualidade que a praia apresenta com mais constância ao longo do tempo.

Os critérios que determinam o IAB são apresentados na Tabela 2. Para este trabalho foi realizada uma adaptação segundo Fontenelle (2015), que criou mais uma categoria além daquelas utilizadas pela CETESB.

**Tabela 3 – Critérios para o cálculo do Índice Anual de Balneabilidade - IAB**

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	
<b>EXCELENTE</b>	Praias classificadas excelentes 100% do tempo
<b>BOA</b>	Praias classificadas excelentes 100% do tempo
<b>REGULAR</b>	Praias classificadas como impróprias 25% do tempo
<b>RUIM</b>	Praias classificadas como impróprias entre 25% e 50% do tempo
<b>PESSIMA</b>	Praias classificadas como impróprias entre 50% e 75% do tempo
<b>CRÍTICA</b>	Praias classificadas como impróprias acima de 75% do tempo

Fonte: Modificado de Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2012).  
Fontenelle, Baptista Neto e Fonseca, (2015).

Após o cálculo do IAB para cada ponto de monitoramento ao longo de uma década, procurou-se observar tendências de melhora ou piora ao longo do período. Para tanto foram realizadas análises de regressão utilizando o suplemento ‘análise de dados’ do programa Excel. Uma inclinação positiva significativamente diferente de zero foi considerada como representativa de piora na qualidade ao longo da década.

### **2.3 Coleta de dados de precipitação (SEMARH)**

Foram pesquisados os dados pluviométricos no período de 2006 a 2015 no Banco de Dados Hidrometeorológico (BDHM) operado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH/AL. Os dados de janeiro de 2006 até abril de 2010 são provenientes da estação meteorológica Maceió (Jacarecica – COBEL) e os dados de maio de 2010 a dezembro de 2015 são da estação meteorológica Maceió (Jacarecica - SEMARH), (ALAGOAS, 2016).

O município de Maceió localiza-se no litoral da região Nordeste, e não possui todas as estações do ano bem definidas. Observa-se nos dados históricos que o período de maior concentração de precipitação é no trimestre Maio - Junho - Julho (MJJ) e o de menor precipitação é o trimestre Novembro - Dezembro – Janeiro (NDJ). Os outros trimestres do ano são considerados fases de transição. Sendo assim, os dados de precipitação foram analisados e subdivididos em totais trimestrais e correlacionados com o IAB observado no trimestre em questão.

## **2.4 Coleta de dados de ligações de esgoto (Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL)**

Os pontos de monitoramento estudados localizam-se na região da bacia hidrográfica da Pajuçara. Os bairros representados estão inseridos na Unidade de Negócios Jaraguá da CASAL. Foram levantados dados de ligações de esgoto nessa unidade de negócios no período de (2010 – 2015), obtidos in loco. De posse das informações, os dados coletados foram compilados em planilhas eletrônicas utilizando-se o programa Excel

A Unidade de Negócios Jaraguá foi fruto de uma divisão da responsabilidades por setores da cidade feita pela companhia de saneamento de Alagoas em 2010, como forma de dividir as unidades responsáveis por alguns bairros da cidade, nesse caso contempla os bairros da região em estudo: Pajuçara, Ponta da Terra, Prado, Pontal da Barra, Ponta Verde, vergel, Jatiúca, Cruz das Almas, Ipioca, Ponta Grossa, Trapiche, Poço e Riacho Doce.

## **2.5 Coleta de amostras de água nas galerias pluviais – local de coleta e processamento das amostras**

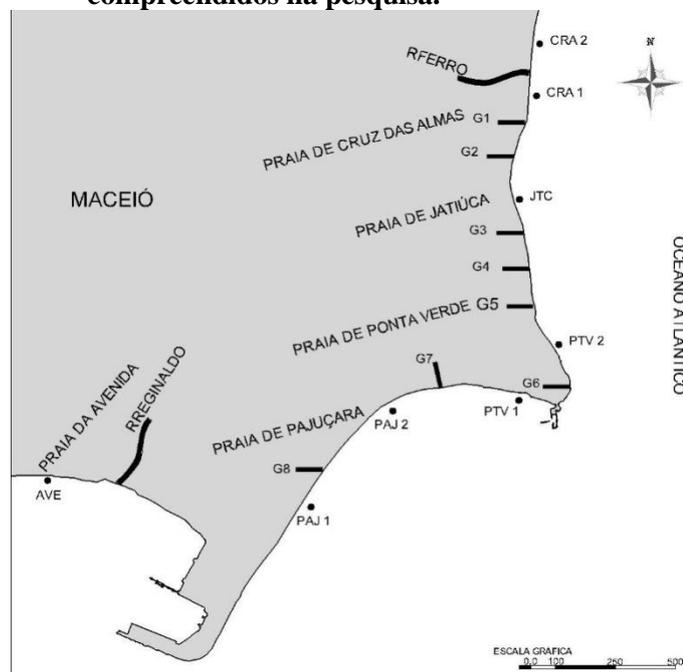
Foi realizado um levantamento das galerias pluviais existentes na região de estudo, tendo sido encontradas 24 galerias pluviais ou riachos urbanizados que deságuam em locais próximos aos pontos de monitoramento nas praias da Avenida, Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas. Para este estudo foram selecionadas 10 destes para uma análise detalhada, por apresentarem vazão mesmo em período sem precipitação. A Tabela 3 apresenta a localização de cada uma das galerias pluviais e riachos urbanizados amostrados. Na Figura 2 é mostrada a localização das galerias e riachos no mapa da região.

**Tabela 4 – Localização das galerias pluviais e riachos urbanizados**

Ponto monitoramento	Bairro	Localização	Latitude sul	Longitude Oeste
<b>RFERRO</b>	Cruz das almas	Riacho do ferro	09° 38' 05,1"	35° 41' 50,7"
<b>G1</b>	Cruz das almas	Avenida Pilar	09° 38' 12,5"	35° 41' 51,6"
<b>G2</b>	Jatiúca	Posto 7	09° 38' 41,3"	35° 41' 56,0"
<b>G3</b>	Jatiúca	Avenida amelia rosa	09° 39' 05,8"	35° 41' 54,9"
<b>G4</b>	Ponta Verde	Guaraná da praia	09° 39' 18,5"	35° 41' 52,9"
<b>G5</b>	Ponta Verde	Antigo foca bier	09° 39' 25,4"	35° 41' 52,0"
<b>G6</b>	Ponta Verde	Alagoinha	09° 39' 51,1"	35° 41' 44,4"
<b>G7</b>	Pajuçara	Próximo barraca Lopana	09° 39' 49,3"	35° 42' 14,3"
<b>G8</b>	Pajuçara	Em frente ao banco Itaú	09° 40' 04,3"	35° 42' 44,9"
<b>RREGINALDO</b>	Jaraguá	Riacho Salgadinho	09° 40' 10,2"	35° 43' 50,2"

Fonte: MJ Engenharia , 2015.

**Figura 2 – Mapa mostrando a localização das galerias pluviais e riachos urbanizados amostrados neste estudo, e sua proximidade aos pontos de monitoramento de balneabilidade compreendidos na pesquisa.**



Fonte: Autora, 2016.

Foram realizadas 4 campanhas de amostragem. A coleta foi realizada em frascos de polietileno, esterilizados e transportados para o laboratório de Saneamento Ambiental (LSA) e em um tempo inferior a 2 horas, onde foram imediatamente processadas.

Nas datas de coletas das galerias pluviais não houve precipitação registrada nas últimas 48 horas, e foram selecionados horários de coleta onde a maré não estivesse influenciando na galeria ou riacho urbanizado.

## 2.6 Análise das variáveis físico-químicas

Os parâmetros: turbidez, salinidade e pH foram medidos em laboratório com turbidímetro, condutivímetro e potenciômetro (Hanna instruments).

## 2.7 Análise microbiológica

### 2.7.1 Quantificação de *Enterococcus*

Para quantificação de *Enterococcus* optou-se pelo método Enterolert, que utiliza reagentes indicadores que produzem cor/ fluorescência quando são metabolizados pelas enzimas presentes nas bactérias do gênero *Enterococcus*. Após o período de incubação, os poços positivos para *Enterococcus* tornam-se fluorescentes quando expostos à luz ultravioleta.

Os *Enterococcus* são detectados e identificados em densidades de população, N=úmero mais provável - NMP / 100ml, em 24 horas  $\pm$  2 de incubação a  $41 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Os resultados foram lidos em tabela própria, fornecida pelo fabricante (IDEXX).

Na Figura 3 é mostrada uma das galerias pluviais encontradas na Praia de Pajuçara.

**Figura 3 – Galeria pluvial na Praia de Pajuçara (Ponto G7) – Maceió/AL**



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Índices Anuais de Balneabilidade –IAB calculados para os pontos de monitoramento AVE, PAJ1, PAJ2, PTV1, PTV2, JTC, CRA1 e CRA2 entre 2006 e 2015 são mostrados na Figura 4. Também é mostrada a média na década para cada ponto. As cores refletem à classificação. Na figura 5, os IAB são representados em um gráfico de barras, separadamente para cada ponto de monitoramento, sendo adicionada uma linha de tendência para visualização da dinâmica do IAB durante uma década.

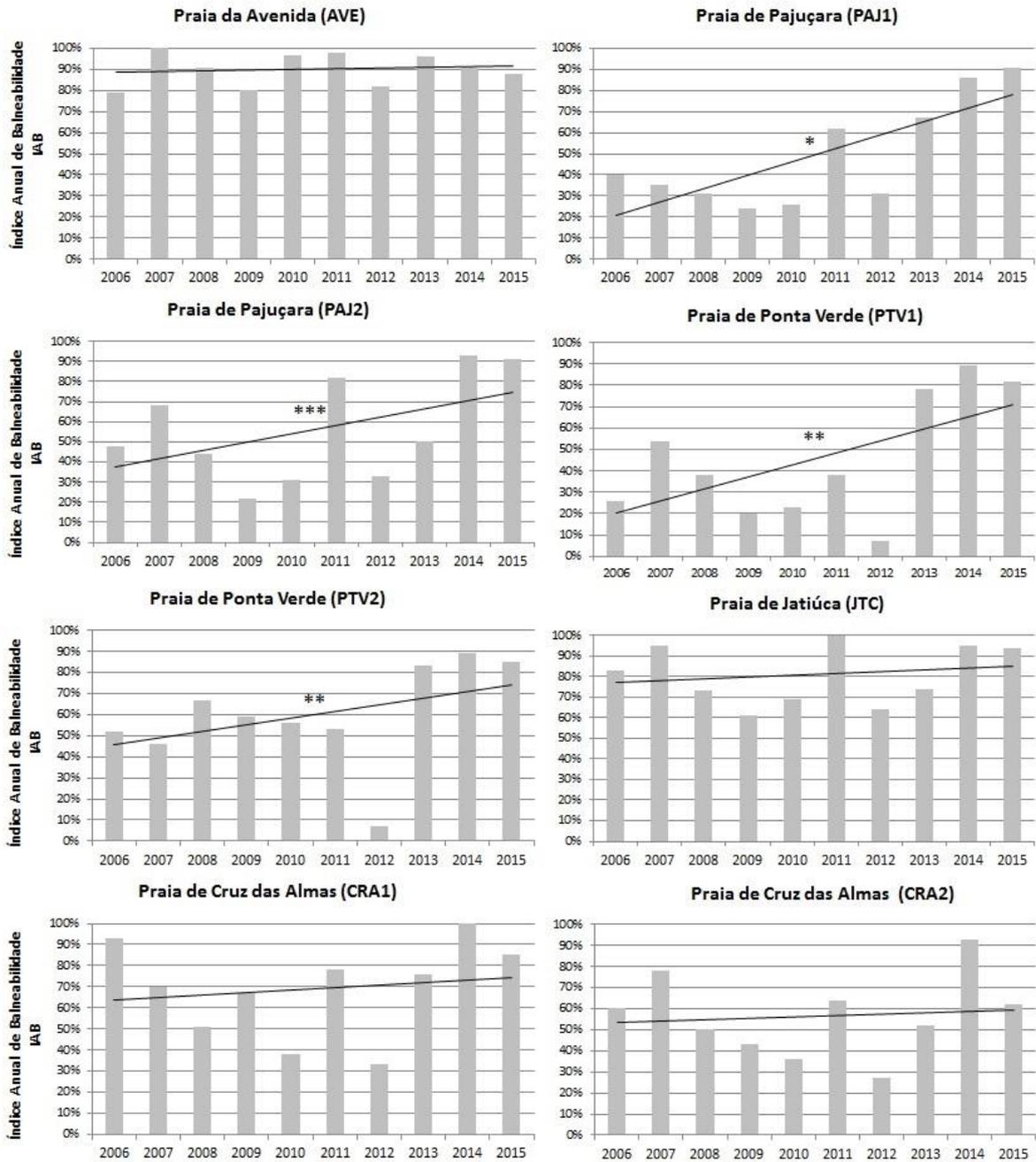
**Figura 4 – Índice Anual de Balneabilidade - IAB dos pontos de monitoramento de balneabilidade analisados neste estudo.**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
AVE	79%	100%	91%	80%	97%	98%	82%	96%	91%	88%	90%
PAJU1	40%	35%	31%	24%	26%	62%	31%	67%	86%	91%	49%
PAJU2	48%	68%	44%	22%	31%	82%	33%	50%	93%	91%	56%
PTV1	26%	54%	38%	20%	23%	38%	7%	78%	89%	82%	46%
PTV2	52%	46%	67%	59%	56%	53%	7%	83%	89%	85%	60%
JTC	83%	95%	73%	61%	69%	100%	64%	74%	95%	94%	81%
CRA1	93%	70%	51%	67%	38%	78%	33%	76%	100%	85%	69%
CRA2	60%	78%	50%	43%	36%	64%	27%	52%	93%	62%	57%

Legenda:	
Excelente	
Boa	
Regular	
Ruim	
Péssima	
Crítica	

Fonte: autora,2016

Figura 5 – Índice Anual de Balneabilidade – IAB em cada ponto de monitoramento no período de 2006 a 2015.



Fonte: autora, 2016

Notas: A variação do IAB ao longo da década é mostrada pelas linhas de tendência. O aumento significativo no IAB em cada ponto foi testado através de análises de regressão: \* = inclinação positiva ( $p \leq 0,05$ ); \*\* = inclinação positiva ( $p \leq 0,05$ ) desconsiderando os resultados de 2012 (outliers); \*\*\* = inclinação positiva ( $p \leq 0,05$  desconsiderar os resultados de 2012 (outliers)

Verifica-se que os pontos de monitoramento PAJ1, PAJ2, PTV1, PTV2, localizados na praia de Pajuçara e praia de Ponta Verde, vêm apresentando um crescente piora nos índices de

balneabilidade. Essa região é bastante utilizada para banho, tanto pela população residente como por turistas, considerando que abriga os melhores hotéis da cidade. É interessante notar que mesmo o ponto de monitoramento CRA1, sendo localizado próxima de um riacho urbano notadamente contaminado que deságua na praia de Cruz das Almas (Riacho Águas do Ferro), apresenta índices tão ruins quanto os outros citados anteriormente.

Tomando como princípio a linha de tendência é possível verificar que os pontos PAJ1, PAJ2, PTV1 e PTV2 apresentam um crescimento no número de vezes em que se encontram impróprias para banho, enquanto nos pontos AVE, JTC, CRA1 e CRA2 existe uma linha de tendência mais constante durante a última década.

Em uma pesquisa realizada por Davino (2013) que contemplou os pontos de monitoramento da região entre Cruz das Almas e Ponta Verde, a autora observou índices mais altos de coliformes termotolerantes na Jatiúca. Na Figura 4 pode-se constatar que o ponto de monitoramento JTC apresentou no período de 2011, as condições de balneabilidade imprópria para banho durante todo ano. Ainda tomando como base a pesquisa de Davino (2013), a autora observou que o ponto de monitoramento PTV2, localizada na praia da Ponta Verde, apresentava as menores médias geométricas de coliformes termotolerantes dentre os pontos de monitoramento estudados. Onde a referida pesquisa da autora descrita acima avaliou apenas os dados até o ano de 2012. Nos anos subsequentes pode-se observar que o ponto PTV2 passou mais de 80% do ano impróprio para banho, representando piora significativa para o ponto que até 2012 apresentava uma das melhores condições da orla urbana de Maceió.

No ano de 2006, o ponto JTC na praia de Jatiúca em frente ao hotel Jatiúca apresentou um índice mais alto do trecho em estudo chegando a ser mais alto que o ponto AVE, da praia da Avenida, notadamente poluído devido à sua proximidade com a foz do Riacho Reginaldo. Sendo um valor três vezes maior que PTV1, PTV2 na praia da Ponta Verde, o ponto JTC na praia de Jatiúca apresenta valores em situação crítica, sendo cinco vezes considerada em estado crítico e cinco vezes em estado péssimo.

Peplau et al (2006) comentam que a bacia do riacho Reginaldo apresenta sérios problemas ambientais e de infra-estrutura, típicos das cidades brasileiras. No entanto, a mesma é de grande relevância estratégica tanto do ponto de vista do desenvolvimento humano, social e turístico da capital alagoana, quanto para desenvolvimento de pesquisas possibilitando coleta de informações principalmente na área de drenagem urbana.

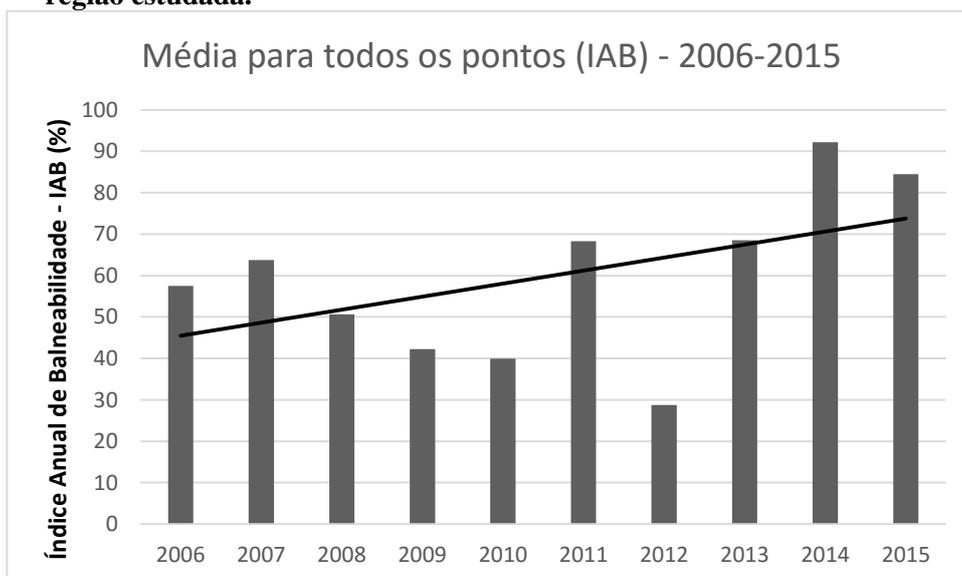
Segundo Pimentel (2009), a elevada carga de esgotos domésticos e baixa capacidade de diluição contribuem para que o riacho Reginaldo, ao longo de seu percurso, não realize o processo de autodepuração de suas águas.

Assim sendo, várias ações de saneamento ambiental devem ser implementadas para o restabelecimento da qualidade sanitária da bacia do riacho Reginaldo. Tais ações devem ser focadas na coleta e tratamento de esgotos domésticos, drenagem urbana, coleta e transporte de resíduos sólidos e educação ambiental, uma vez que foi possível observar que sua qualidade é compatível com o esgoto sanitário in natura.

Os pontos PTV1, PTV2 localizadas na praia da Ponta Verde, apresentaram nos anos de 2013 a 2015, os piores índices já vistos na última década, passando de 80% do ano sendo imprópria para banho, sendo que o ponto PTV1 apresentava uma das melhores condições nos anos anteriores, em relação a toda a região em estudo. Na última década o ponto PTV1 chegou a apresentar três vezes classificação regular para condições de balneabilidade, inclusive ficando apenas 7% do tempo impróprio durante todo o ano de 2012.

Conforme representado na Figura 6 abaixo, que mostra a média de todos os pontos, observa-se que houve uma piora crescente, com melhora apenas no ano de 2012. Em 2014 foi possível observar um valor quase três vezes maior que em 2012. Em 2015, foi possível verificar o dobro dos valores do índice nos anos de 2009 e 2010. Verifica-se, portanto, uma tendência no aumento dos valores médios ao longo da última década.

**Figura 6 – Média do Índice Anual de Balneabilidade para todos os pontos de monitoramento na região estudada.**



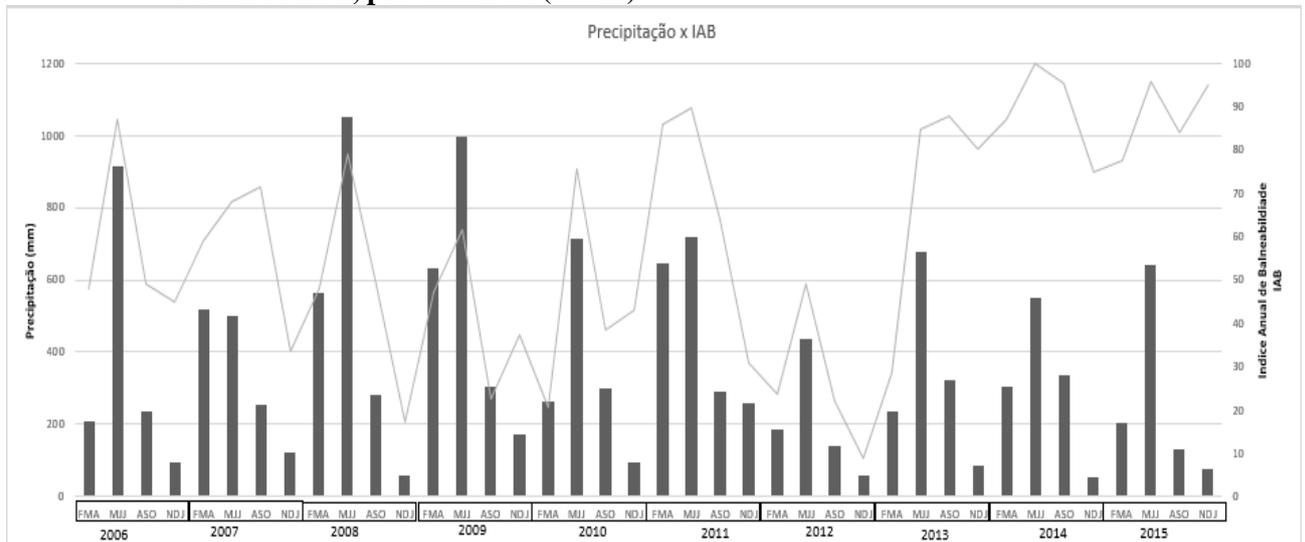
Fonte: autora, 2016

Portanto, procedeu-se à investigação de quais fatores poderiam ter influenciado diretamente nessa piora generalizada das condições de balneabilidade da orla urbana de Maceió.

Segundo Davino (2013), a qualidade da água das praias de Maceió está diretamente relacionada à precipitação. Segundo Dalfior (2005), no período de maior precipitação, a chuva carrega mais rapidamente as bactérias para a praia, bem como o esgoto que chega à praia através de ligações inadequadas nas galerias pluviais.

Dessa forma, uma precipitação maior do que o normal nos últimos três anos poderia ocasionar a piora nas condições de balneabilidade na orla urbana de Maceió. A Figura 7 mostra a precipitação em Maceió na última década, por trimestre, e sua relação com o IAB médio de todos os pontos de monitoramento estudados, também por trimestre.

**Figura 7 – Precipitação acumulada na última década na região litorânea de Maceió, por trimestre (colunas), e dinâmica do IAB médio para todos os pontos de monitoramento na última década, por trimestre (linhas).**



Fonte: autora, 2016

É possível notar no gráfico que há correlação positiva entre a pluviometria e a média do índice de balneabilidade entre os anos de 2006 a 2012. No entanto, no período de 2013 a 2015, essa tendência não é observada.

Nos anos de 2006, 2008, 2009 e 2010 as médias dos índices de balneabilidade obtidas para os períodos chuvosos de inverno (MJJ) foram, em média, três a quatro vezes maiores do que as médias dos índices de balneabilidade obtidas nos períodos secos de verão (NDJ), para o mesmo ano. Isso demonstra que os sistemas de drenagem pluvial na região estudada carregam poluição para as praias durante eventos de chuva, o que é comum nas zonas costeiras urbanas (SCHIFF; MORTON; WEISERG, 2003)

Porém, a partir do mesmo período onde foi possível observar a tendência de piora na balneabilidade, não existe mais a mesma correlação com a precipitação. Nos três últimos anos, a precipitação apresentou o mesmo comportamento sazonal e valores até mais baixos que em anos anteriores. A precipitação trimestral máxima acumulada para esse o período foi de 678 mm em MJJ de 2013, e mesmo assim os índices continuaram subindo, refutando a hipótese de que nesse caso a piora das condições de balneabilidade seriam causadas pela precipitação.

No ano de 2014, o IAB médio no período de FMA foi quase o dobro do mesmo período em 2009, porém a precipitação acumulada foi a metade. Isso reforça a conclusão de que existem outros fatores interferindo nas condições da balneabilidade.

A tendência de piora nas condições de balneabilidade do município de Maceió pode ser em parte consequência da falta de investimento em saneamento básico. Esta poderia ser uma

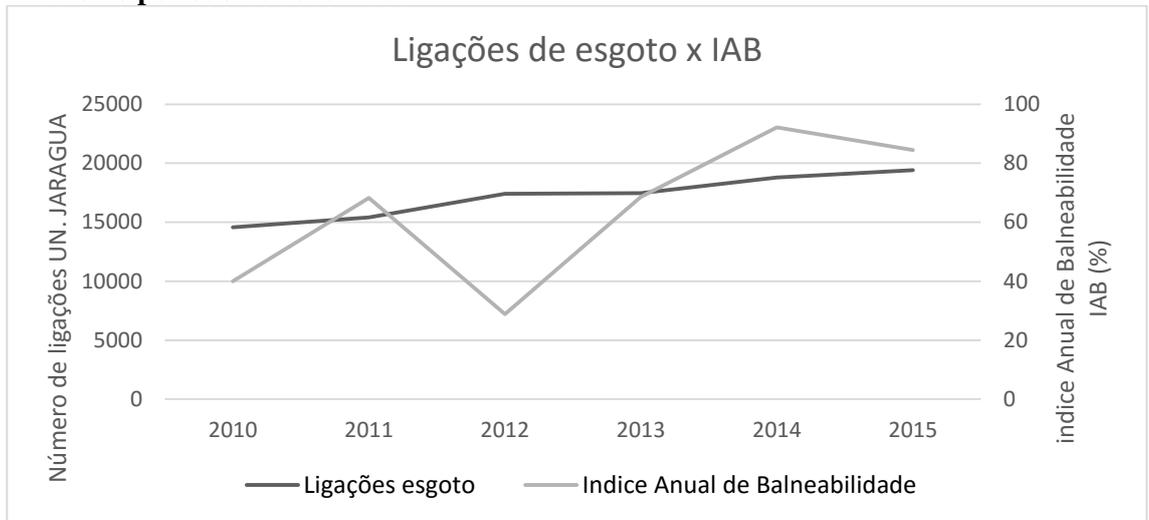
das explicações para essa piora nas condições de balneabilidade no período de 2013 a 2015, uma vez que o volume de precipitação permaneceu com valores próximos nesses últimos 3 anos.

Assim, pode ter alguma influência o crescimento do número de habitações e conseqüentemente na produção de esgoto nesta região da cidade, considerando que a região em estudo foi uma das que mais cresceram nos últimos anos.

Segundo o diagnóstico do esgotamento sanitário do Plano Municipal de Saneamento Básico de Maceió (MJ Engenharia, 2015), a bacia de Pajuçara possui um índice de cobertura de rede coletora de esgoto de 63% - representando o melhor índice dentre as 03 bacias que compõem o sistema de esgotamento da cidade. Entretanto, por essa ser a região do município com a rede coletora implantada mais antiga e haver o problema de falta de manutenção dessas estruturas, a população da bacia se vê obrigada a conviver com constantes extravasamentos de esgoto nas vias da região. Observa-se que a quantidade de ligações de esgoto na região ainda é pouca para atender a demanda.

Na Figura 8, é apresentada a relação das ligações de esgoto e o IAB médio da região de estudo. É possível observar que houve um aumento de 30% no número de ligações de esgoto na Unidade de Negócios Jaraguá da Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL (que compreende a orla urbana estudada), enquanto que houve um aumento em torno de 90% no IAB médio. Pode-se dizer que existe uma relação entre os dois fatores nesse período de 5 anos.

**Figura 8 – Relação entre número de ligações de esgoto na Unidade de Negócios Jaraguá da CASAL e o IAB médio no período de 2010 – 2015.**



Fonte: autora, 2016

Conforme explanado no diagnóstico de esgotamento sanitário do PMSB de Maceió, existem alguns pontos de extravasamento de esgotos na cidade (Figura 9). Esses extravasamentos de esgoto ou correm a céu aberto nas vias da região gerando um grande risco de saúde pública e acabam nas galerias de rede pluvial do município, desaguando na praia. Isso certamente influencia a balneabilidade das praias, as tornando impróprias e afetando assim o potencial turístico de Maceió, que é um dos setores que mais contribui para a economia local.

**Figura 9 – Transbordamento de esgoto na Bacia da Pajuçara.**



Fonte: Autora, 2016.

Logo, foi observada a necessidade de coleta e análise de amostras nas galerias pluviais na região de estudo (Figura 2), como forma de investigar as concentrações de indicadores fecais (*Enterococcus*) e constatar a poluição dessas galerias por esgoto proveniente dos extravasamentos da rede coletora. A Tabela 4 mostra os resultados encontrados nas amostras das referidas galerias pluviais, bem como daqueles encontrados em amostras de esgoto bruto coletado na entrada do sistema de tratamento preliminar do emissário submarino.

**Tabela 5 – Concentrações de *Enterococcus* ( NMP/100mL) nas amostras coletadas em galerias pluviais e riachos urbanizados que deságuam na região de estudo.**

Galeria	N	Média Geom. <i>Enterococcus</i>	IC 95% média geométrica	Conc. mínima	Conc.máxima
<b>RFERRO</b>	4	8,15x10 <sup>5</sup>	3,44x10 <sup>5</sup> -1,93x10 <sup>6</sup>	2,35x10 <sup>5</sup>	1,80x10 <sup>6</sup>
<b>G1</b>	4	1,78x10 <sup>5</sup>	4,25x10 <sup>4</sup> -7,05x10 <sup>5</sup>	4,64x10 <sup>4</sup>	1,41x10 <sup>6</sup>
<b>G2</b>	4	1,65 x 10 <sup>5</sup>	2,09x10 <sup>4</sup> -1,3x10 <sup>6</sup>	1,81x10 <sup>4</sup>	1,98x10 <sup>6</sup>
<b>G3</b>	4	4,01 x 10 <sup>4</sup>	2,31x10 <sup>3</sup> -6,96x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>3</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>
<b>G4</b>	4	3,93 x 10 <sup>4</sup>	6,38x10 <sup>3</sup> -2,42x10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>4</sup>	5,79x10 <sup>5</sup>
<b>G5</b>	4	9,52 x 10 <sup>4</sup>	1,15x10 <sup>4</sup> -7,86x10 <sup>5</sup>	4,1x10 <sup>3</sup>	5,47x10 <sup>5</sup>
<b>G6</b>	4	4,62 x 10 <sup>4</sup>	1,08x10 <sup>4</sup> -1,97x10 <sup>5</sup>	1,2x10 <sup>4</sup>	3,65x10 <sup>5</sup>
<b>G7</b>	4	5,83 x 10 <sup>4</sup>	8,13x10 <sup>2</sup> -4,19x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>2</sup>	1,98x10 <sup>6</sup>
<b>G8</b>	4	9,85 x 10 <sup>4</sup>	3,43x10 <sup>4</sup> -2,83x10 <sup>5</sup>	3,93x10 <sup>4</sup>	3,07x10 <sup>5</sup>
<b>RREGINALDO</b>	4	4,87x 10 <sup>5</sup>	3,74x10 <sup>5</sup> -6,34x10 <sup>5</sup>	3,65x10 <sup>5</sup>	6,13x10 <sup>5</sup>
<b>ESGOTO BRUTO</b>	4	2,98x10 <sup>6</sup>	2,40x10 <sup>6</sup> -3,70x10 <sup>6</sup>	2,35x10 <sup>5</sup>	3,65x10 <sup>6</sup>

Fonte: Autora, 2016.

Quando analisados os valores de *Enterococcus* das amostras de água das galerias pluviais e riachos urbanizados na região de estudo, observa-se que o ponto G1 apresentou os maiores índices. Sendo assim os resultados de *Enterococcus* em galerias pluviais analisados no presente estudo, corrobora com o grande aumento de contaminação e crescente diminuição na qualidade das praias de Maceió. Isso está de acordo com alguns trabalhos realizados em que afirmaram que as descargas urbanas oriundas de águas pluviais podem concorrer para alteração da qualidade da água de praias, uma vez que possuem concentrações elevadas de bactérias entéricas.

No Riacho do Ferro, um riacho urbano notoriamente poluído que deságua na praia de Cruz das Almas, a concentração de *Enterococcus* foi maior que 10<sup>5</sup> na maioria das amostras. Mas verifica-se que existem galerias como a que se encontra na Avenida Pilar em Cruz das

Almas, que tem o valor de mínimo maior que a do Riacho do Reginaldo, também notoriamente poluído por esgoto.

Segundo Rodriguez *et al.* (2015), que realizou uma investigação semelhante ao trabalho aqui apresentado, onde tinha como objetivo investigar e avaliar a presença de *Enterococcus* e *Pseudomonas* em galerias pluviais na cidade de Fortaleza, Ceará, pode observar que concentração de *Enterococcus* nas amostras de águas das galerias pluviais e água do mar na praia do Meireles variou de  $1,0 \times 10^2$  UFC/mL a  $9,0 \times 10^3$  UFC/mL. A autora concluiu que nas galerias houve um maior isolamento de cepas de *Enterococcus* do que nas amostras de água marinhas.

Conforme o trabalho citado acima para ser utilizado como parâmetro, podemos concluir que baseado nas análises realizadas em galerias pluviais da cidade de Maceió, os resultados encontrados variaram de  $10^2$  NMP/100mL a  $1,98 \times 10^6$  NMP/100mL, apresentando médias muito superiores às encontradas na cidade de Fortaleza.

SILVA (2006), realizou um estudo onde o objetivo foi estudar as condições higiênico-sanitárias das praias do município de São Luís-Maranhão, utilizando como indicador os *Enterococcus*. Avaliou-se dois períodos distintos, estação chuvosa e seca. Constataram-se altos índices de *Enterococcus*, da ordem de  $10^2$  a  $10^3$  NMP/100mL no período seco, chegando a  $10^5$  no período chuvoso. Sendo assim, a autora concluiu que o que ocasiona o aumento no valor de *Enterococcus* nas praias estudadas está relacionado a precipitação uma vez que esgotos, lixos e outros detritos são carregados para as praias através de galerias, córregos e canais de drenagem, produzindo assim um aumento considerável na densidade de bactérias em praias litorâneas.

VIEIRA et al (2002), observaram no presente estudo realizado para analisar a contaminação de origem fecal em amostras de galerias pluviais e de praias (águas e sedimentos). E sugerem que ao analisar as três galerias pluviais em Fortaleza-Ceará, as mesmas representam fonte de poluição de origem fecal para o sedimento e água de praias adjacentes, podendo portanto corresponder a uma possível via para instalação de doenças relacionadas a patógenos entéricos nos banhistas que representam a região estudada.

Foram realizadas análises em amostras de esgoto coletadas na entrada do tratamento preliminar do emissário submarino de Maceió, e verificou-se que a concentração de *Enterococcus* foi da ordem  $10^6$ , ou seja, a mesma ordem de grandeza encontrada em algumas amostras de galerias pluviais

Na galeria G3 e G7, pode-se observar na tabela que as diferenças entre as mínimas e as máximas variam em escalas de 3 e 4 ordens de grandeza, respectivamente, o que pode

representar que houve extravasamento, durante algum momento nestas galerias, pois não houve precipitação acumulada durante as 48 horas anteriores à coleta. De maneira distinta, observa-se que o Riacho do Ferro se apresenta praticamente constante em sua média geométrica e seus valores para máximos e mínimos.

O pH das amostras de água variou de 6,66 a 7,29. A salinidade variou de 0,21 a 6,26. Os valores dos parâmetros físico-químicos encontram-se abaixo na Tabela 5.

**Tabela 6 – Parâmetros físico-químicos das amostras de água dos pontos estudados nas galerias Maceió - AL**

	<b>pH</b>	<b>S (ppt)</b>	<b>T(NTU)</b>
<b>RFERRO</b>	6,66	0,67	45,81
<b>G1</b>	6,70	0,21	39,68
<b>G2</b>	6,79	0,43	42,37
<b>G3</b>	7,10	0,24	32,49
<b>G4</b>	6,88	0,29	28,46
<b>G5</b>	7,09	0,31	40,11
<b>G6</b>	7,18	0,25	31,90
<b>G7</b>	7,29	0,23	31,45
<b>G8</b>	6,84	0,28	31,58
<b>RREGINALDO</b>	6,50	6,26	33,19
<b>ESGOTO BRUTO</b>	6,90	0,44	16,28

Fonte: Autora,2016

Tendo em vista as análises que foram realizadas de pH, salinidade e turbidez, nota-se que o Riacho do Reginaldo apresentou o maior valor de salinidade entre os pontos em estudo, devido a influência do mar, que em alguns momentos entra no riacho, mesmo com a maré baixa.

Assim, os resultados deste estudo sugerem que galerias pluviais têm sido freqüentemente contaminadas com esgoto proveniente dos extravasamentos da rede coletora que serve a região de estudo, além das sempre presentes ligações cruzadas entre redes de esgoto e de águas pluviais.

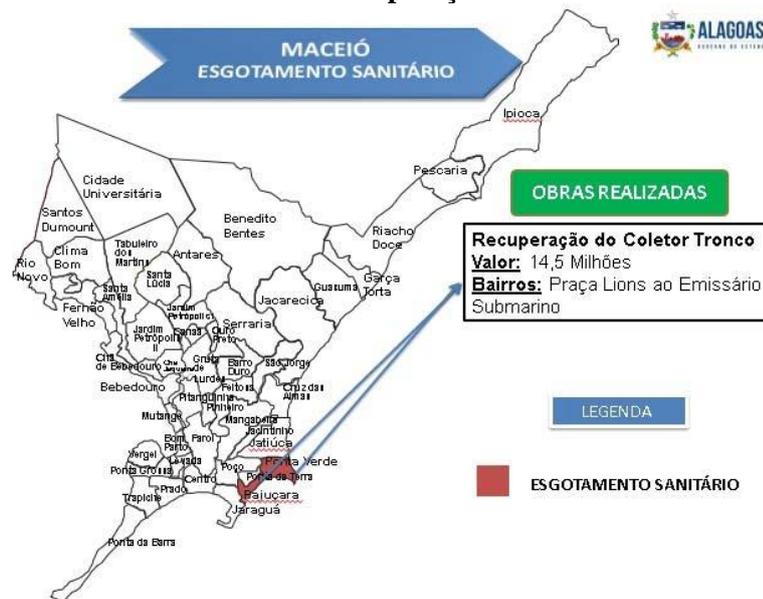
Sendo assim, observou-se a necessidade de avaliar as atuais condições e os dados da rede coletora de esgoto que serve a região de estudo, considerando que existem extravasamentos na rede e uma sobrecarga que ocorre no sistema de esgoto sanitário de Maceió.

Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são realizados pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), que detém a concessão dos serviços até 2034. A CASAL ao longo da sua trajetória como companhia prestadora do serviço de esgotamento sanitário da cidade de Maceió já realizou uma série de investimentos no sistema de esgotamento sanitário do município, estes investimentos, é bem verdade, nunca acompanharam a velocidade de crescimento urbano.

Nos últimos anos, entretanto, o poder público vem trabalhando para inverter essa perspectiva, através de iniciativas como o Programa de Aceleração do Crescimento Fase II – PAC II – cuja ênfase foi justamente o investimento em obras de saneamento pelo Brasil, e das quais Maceió foi uma das cidades beneficiadas.

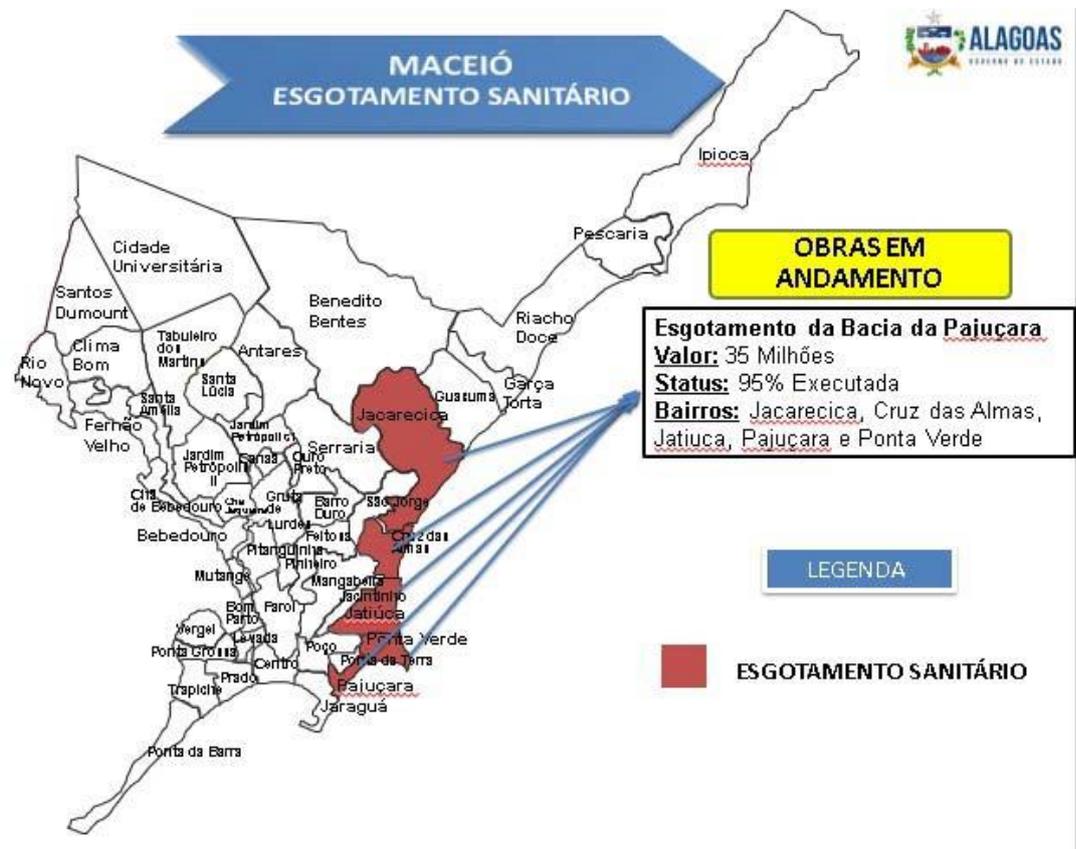
As figuras abaixo apresentam os investimentos mais recentes realizados no sistema de esgotamento sanitário, discriminado por obra, valor do investimento e bairros beneficiados.

**Figura 10 – Investimento em obras de recuperação do coletor tronco da Praça Lions ao Emissário.**



Fonte: MJ Engenharia, 2015.

Figura 11 – Investimento em obras de esgotamento na Bacia da Pajuçara.

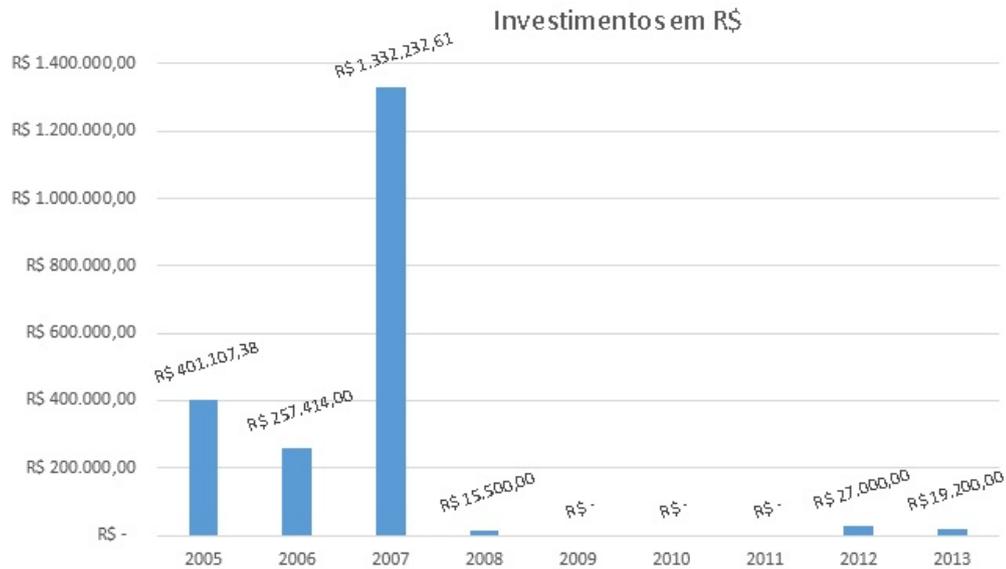


Fonte: MJ Engenharia, 2015.

Existe ainda a implantação da Linha Expressa da Praça Lions ao emissário Submarino, que está sendo implantada para acabar com o déficit de capacidade de transporte de esgoto existente nessa elevatória de esgoto. Segundo a Secretaria de Estado da Infraestrutura de Alagoas- SEINFRA esta obra se encontra 20% concluída e sua previsão de entrega é fevereiro de 2016.

Além desses investimentos, oriundos de programas do governo Federal e Estadual, torna-se importante avaliar também o montante despendido pela CASAL em melhorias do seu sistema nos últimos anos. A figura abaixo apresenta o gráfico de investimento da companhia nos últimos anos, segundo dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS – 2013.

**Figura 12 – Evolução dos investimentos da CASAL no sistema de esgotamento sanitário de 2005 a 2013**



Fonte: MJ Engenharia, 2015.

O gráfico acima mostra uma grande disparidade nos investimentos realizados pela Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL, sendo o ano de 2007 responsável por 65% em relação ao período de 2005 a 2013, tendo inclusive a mesma ficado um período de 3 anos sem realizar qualquer investimento no sistema.

Sendo assim, a falta de investimentos bem como a falta de cobertura de, vem ocasionando inúmeros extravasamentos em vários pontos da parte baixa de Maceió. Mas como foi apresentado acima, o Governo Federal juntamente com o estado de Maceió está realizando obras que estão em andamento para a melhoria do sistema de saneamento.

Lamparelli e Camolez (2005), avaliaram no período de 10 anos (1995-2004) praias da baixada santista-SP, e notaram uma tendência na melhoria gradual das condições de balneabilidade no Estado, e que essa crescente melhora pode ser em parte consequência da diminuição de chuvas, mas também, deve se levar em consideração os investimentos em saneamento básico que ocorreram principalmente de 1997 em diante.

Considerando que nas últimas décadas houve uma piora nas condições de balneabilidade das praias urbanas de Maceió, e o mal que a água das praias em condições impróprias pode causar aos banhistas que as frequentam, pode-se considerar um serviço de utilidade pública a divulgação das atuais condições de balneabilidade da região.

A Resolução CONAMA 274/2001 determina que tal divulgação cabe ao órgão de controle ambiental competente, que neste caso é o Instituto de Meio Ambiente - IMA/AL.

Nenhum meio de divulgação específico é determinado pela referida resolução. O IMA/AL opta por divulgar os resultados semanais para os pontos de monitoramento do litoral alagoano em seu sítio eletrônico, mas não publica relatórios anuais com a compilação dos dados, de forma a tornar evidentes tendências de piora ou melhora na qualidade dos pontos monitorados. O IMA/AL não divulga as condições de balneabilidade por meio de sinalização física visível em frente a cada ponto de monitoramento. Este tipo de divulgação é praticado de diversos órgãos ambientais no país, tanto na esfera estadual quanto municipal. Tal sinalização permite que o usuário das praias possa verificar a condição mais atual de balneabilidade da mesma sem necessidade de consulta a um banco de dados eletrônico ou físico.

Sob esta perspectiva, foi realizado um levantamento nos órgãos ambientais estaduais da região nordeste quanto à utilização de sinalização física para a divulgação das condições de balneabilidade das praias. Na tabela abaixo são apresentados os resultados deste levantamento.

**Tabela 7 – Utilização de sinalização física pelos órgãos ambientais estaduais da região nordeste para divulgação da balneabilidade das praias**

Estado	Órgão Ambiental	Sinalização física
Bahia	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos- INEMA	Não
Sergipe	Administração Estadual do Meio Ambiente - ADEMA	Sim
Alagoas	Instituto do Meio Ambiente -IMA	Não
Pernambuco	Agência Estadual de Meio Ambiente -CPRH	Não
Paraíba	Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA	Sim
Rio Grande do Norte	Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente- IDEMA	Sim
Ceará	Secretaria de Meio Ambiente SEMACE	Sim
Piauí	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos -SEMAR	Não
Maranhão	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA	Sim

Fonte: autora,2016

Pode-se verifica que a maioria dos órgãos estaduais da região nordeste divulga as condições de balneabilidade por meio de sinalização, em forma de placas ou bandeiras afixadas nas praias. A sinalização de cor verde ou azul indica que a qualidade da água está adequada para o banho, pois a praia foi classificada como própria. A sinalização de cor vermelha é utilizada para praias impróprias, indicando que o banho de mar deve ser evitado.

A sinalização é de extrema utilidade para que o usuário tome uma decisão informada quanto à utilização ou não daquela praia para banho. Em suma, os banhistas que utilizam as praias urbanas de Maceió ou não se importam com a qualidade da água ou não estão bem informados a respeito da poluição identificada neste estudo. O segundo caso parece mais provável.

#### **4 CONCLUSÃO**

A piora nas condições de balneabilidade nas praias urbanas de Maceió está relacionada com extravasamento da rede coletora de esgoto na região da bacia de Pajuçara. É necessário que as obras corretivas sejam realizadas com a maior celeridade possível, e que sejam tomadas as providências cabíveis, pelos órgãos ambientais competentes, quanto à melhoria no sistema de informação sobre as condições de balneabilidade nas praias urbanas de Maceió. Recomenda-se a adoção de sinalização física nos pontos de monitoramento, começando pelas praias urbanas da capital.

## REFERENCIAS

ADAS, M. **Panorama geográfico do Brasil**: contradições, impasses e desafios socioespaciais. São Paulo: Moderna, 1993.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.semarh.al.gov.br>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

ATLAS de Saneamento. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociência, 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm)>. Acesso em: 10 fev. 2016.

BOEHM, B. A. et al. Decadal and shorter period variability of surf zone water quality at Huntington Beach, California. **Environ Sci. Technol.**, Easton, v. 36, n. 18, p. 3885-3892, 2002.

BOEHM, A. B.; SHELLNBARGER, G. G.; PAYTAN, A. Groundwater discharge: potential association with fecal indicator bacteria in the surf zone. **Environ Sci. Technol.**, Easton, v. 38, n. 13, p. 3558-3566, 2004.

CARDONHA, A.M. et al. Fecal pollution in water from storm sewer sand adjacent seashores in Natal, Rio Grande do Norte, Brazil. **Int. Microbiol.**, Barcelona, v. 7, n. 3, p. 213-218, 2004. Disponível em: <<http://www.im.microbios.org/0703/0703213.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo, 2010**. São Paulo, 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Balneabilidade das Praias Paulistas**. São Paulo, 2004.

COSTA, A. M. **Análise histórica do saneamento no Brasil. Rio de Janeiro, Brasil, 1994**. 164 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1994.

DAVINO, A. M. C. **Rastreamento das fontes de contaminação fecal na praia da Jatiúca, Maceió-AL**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

DALFIOR, J. **Avaliação da eficiência do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de praias quando comparado com enterococos**: estudo de caso da Praia da Curva da Jurema (Vitória, ES). 2005. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Vitória, 2005.

FONTENELLE, T. H.; BAPTISTA NETO, J. A.; FONSECA, E. M. Water quality along the Alagoas State Coast, Northeast Brazil: advocacy for the coastal management. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management* v. 15, n. 4, p.559-567, 2015. Disponível em: <[http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-562\\_Fontenelle.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-562_Fontenelle.pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2016.

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

IDEXX. Disponível em: <<http://www.idexx.com/water>>. Acesso em: 2 mar. 2016.

LAMPARELLI, C. C.; CAMOLEZ, A. C. Monitoramento da qualidade das águas paulistas em um período de 10 anos: (1995-2004) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2. 2005, Vitória, **Anais...** Vitória: Associação Brasileira de Oceanografia, 2005.

MJ Engenharia. **Diagnóstico do esgotamento sanitário**: elaboração do plano de saneamento básico: fase 2. 2015. Disponível em: <<http://www.pmsbmaceio.com.br/#!/relatrios/c1szz>>. Acesso em: 2 mar. 2016.

RODRIGUEZ, M. T. T.; OLIVEIRA, A. E. Q.; SOUSA, O. V.; VIEIRA, R. H.S. F. Presença de pseudomonas e enterococcus em galerias pluviais da cidade de Fortaleza, Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, 2015, 48(1): 49 - 56

PEPLAU, G. R.; SILVA J., R. I.; PEDROSA, H. T. S.; SENA, M. C. R.; CAVALCANTE, B. L. C.; SOUZA, V. C. B.; CABRAL, J. J. S. P., 2006. **Caracterização de bacias urbanas para implantação de estrutura de monitoramento. Estudo de caso: Riacho Reginaldo – MACEIÓ/AL**. VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2006

PINTO, A. B. et al. Densidade de *Enterococcus* sp em águas recreacionais e areias de praias do município de São Vicente-SP, Brasil e sua relação com parâmetros abióticos. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, 2012.

PIMENTEL, I. M. C., CALLADO, N. H., PEDROSA, V. A. A drenagem urbana e a balneabilidade das praias de Maceió-AL. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005.

PIMENTEL, I. M. C. **Avaliação quali-quantitativa das águas do riacho Reginaldo e seus afluentes**. 2009. 158 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

SCHIFF, K. C; MORTON, J.; WEISERG, S. B. **Retrospective evaluation of shoreline water quality along Santa Monica Bay beaches**. Mar. Environ. Res., London, v. 56, n. 1-2, p. 245-253, 2003.

SILVA, V. C. **Contaminação por *Enterococcus* da água das praias do município de São Luís-MA**. 2006. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, 2006.

STEWART, J. R. et al. The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. **Environ. Health**, London, v. 7, supl. 2, p. S3, 2008. Disponível em:

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2586716/pdf/1476-069X-7->>. Acesso em: 5 jan. 2016.

VIEIRA, R. H. S. F. The storm water drain system is a pollution vector of the sea shore in Fortaleza (Ceará State, Brazil). **Braz. J. Microbiol.**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 294-298, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjm/v33n4/v33n4a03.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

VIEIRA, R. H. S. F. et al. Galerias pluviais como fonte de poluição de origem fecal para as praias de Fortaleza-Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 5-12, 2011. Disponível em:

<[http://www.labomar.ufc.br/images/stories/arquivos/ArqCienMar/V45\\_1\\_2012/acm\\_2012\\_45\\_1\\_01.pdf](http://www.labomar.ufc.br/images/stories/arquivos/ArqCienMar/V45_1_2012/acm_2012_45_1_01.pdf)>. Acesso em: 5 jan. 2016.

**ANEXO A**



