

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL

RAFAEL CAVALCANTE TAVARES

Análise da Balneabilidade do Mar de Pajuçara à Cruz das Almas na Cidade de
Maceió-AL

Maceió

2017

RAFAEL CAVALCANTE TAVARES

Análise da Balneabilidade do Mar de Pajuçara à Cruz das Almas na Cidade de
Maceió-AL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Química Tecnológica e Industrial da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Silva Porto

Maceió

2017

RAFAEL CAVALCANTE TAVARES

Análise da Balneabilidade do Mar de Pajuçara à Cruz das Almas na Cidade de
Maceió-AL

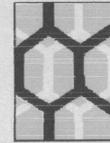
Trabalho de conclusão de curso
submetido ao corpo docente do Instituto
de Química e biotecnologia da
Universidade Federal de Alagoas e
aprovada em 05 de Dezembro de 2017.

(Orientador)

Banca examinadora:

(Examinador)

(Examinador)



ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TCC - IQB

1. Data da apresentação do TCC: 4 DE DEZEMBRO DE 2017

2. Aluno / matrícula: RAFAEL CAVALCANTE TAUPÊS

3. Orientador(es) / Unidade Acadêmica:
FICARDO SILVA FORTO / IQB-UFAL

4. Banca Examinadora (nome / Unidade Acadêmica):

	(Presidente)	Nota: 8,5
Juan Estanislau F. Leite - IQB-UFAL	(1º avaliador)	Nota: 8,5
André Gustavo R. Mendonça	(2º avaliador)	Nota: 8,5
	(3º avaliador)	Nota: _____

5. Título do Trabalho: ANÁLISE DA BALNEABILIDADE DO MAR DE
PATOÇARA A CRUZ DAS ALMAS NA CIDADE DE MACEIO-AL

6. Local: MACEIO, AL

7. Apresentação: Horário início: 14:30h Horário final: 14:42h
Arguição: Horário início: 14:44h Horário final: 15:25h

8. Nota final: 8,5

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 32 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca por 41 minutos, tendo como resultado:

APROVADO

APROVADO COM RESTRIÇÕES – mediante modificações no trabalho que foram sugeridas pela banca como condicional para aprovação.

NÃO APROVADO.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:

Maceio, 04 de Dezembro de 2017.

Presidente:

1º Avaliador:

2º Avaliador:

3º Avaliador: _____

Candidato: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, Manoel Tavares e Lucinere Lopes Cavalcante, que sempre me incentivaram e confiaram nas minhas escolhas. Aos meus irmãos, Carlos Manoel Cavalcante Tavares e Viviane Maria Cavalcante Tavares, que estão sempre ao meu lado, e me dão força a sempre ir mais longe.

Ao Professor Dr. Ricardo Silva Porto, pelo apoio e orientação, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho. A Professora Dra. Ana Catarina Rezende Leite e ao Me. Reginaldo Correia da Silva Filho, que tiveram um papel fundamental no processo de conclusão da minha graduação.

Aos meus colegas de curso e amigos, em especial ao Bruno Henrique Bezerra, que me acompanhou durante toda essa jornada, convivendo no dia-a-dia da universidade. Agradeço também a todos os professores e técnicos que participaram da minha formação acadêmica.

A forma consciente mais alta nascida do trabalho, o comportamento científico, não é apenas um instrumento de domínio do mundo dos objetos, senão também, por ser isso, um rodeio que, pelo descobrimento cada vez mais rico da realidade, enriquece o homem mesmo, o faz mais completo e mais humano do que poderia ser sem ele.

LUKÁCS, György. 1974

RESUMO

A análise de balneabilidade no mar tem como objetivo principal informar a população e as autoridades do Estado se a praia é ou não apropriada para banho. Essa análise é feita em Alagoas pelo Instituto do Meio Ambiente, que divulga relatórios semanais sobre a balneabilidade das praias. O parâmetro microbiológico utilizado é a quantidade da bactéria *Escherichia coli*, que está presente nas fezes de todos os seres humanos. O ambiente marítimo não é apropriado para a reprodução dessa bactéria, então, a presença dela em altas quantidades, e por longos períodos de tempo, indica contaminação recente e periódica de fezes provenientes de esgoto doméstico na região. O presente trabalho utiliza os dados coletados pelo IMA-AL e disponibilizados em seu sítio na internet, entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017, das praias de Pajuçara a Cruz das Almas para analisar a balneabilidade. Os resultados disponibilizados são classificados em próprios e impróprios para banho de acordo com a resolução 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Os dados mostram que as praias de Pajuçara e Ponta Verde apresentam resultados melhores que as praias de Jatiúca e Cruz das Almas. Em se tratando de variação de balneabilidade ao longo do ano, esse índice piora quando há maior precipitação de chuva.

Palavras chave: Balneabilidade, Maceió, *Escherichia coli*.

ABSTRACT

The main objective of evaluating the quality of bathing water in the sea is to inform the population and State authorities whether the beach is suitable for bathing or not. This analysis is performed in the State of Alagoas by Instituto do Meio Ambiente, which releases weekly reports on the quality of bathing water of the beaches from all over the State coast. The microbiological parameter is the amount of the bacteria *Escherichia coli*, which is present in every human feces. The marine environment is not appropriate for the reproduction of this bacterium, then its presence in high quantities and for long periods of time indicates recent and periodic contamination of feces from domestic sewage in the region. The present paper uses the data collected by IMA-AL that it's available on its website from September of 2016 to August 2017, containing the beaches of Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca and Cruz das Almas. The results available are classified whether the water is suitable for bathing or not according to resolution 274/2000 of the Conselho Nacional do Meio Ambiente. The data shows that the beaches of Pajuçara and Ponta Verde present better results than the beaches of Jatiúca and Cruz das Almas. When it comes to variation of the quality of the water throughout the year it worsens when there is greater precipitation of rain.

Key word: Bathing Water Quality, Maceió, *Escherichia coli*.

LISTA DE FIGURAS

Figura1: Locais de coleta do IMA-AL das praias de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas.....	17
Figura 2: Balneabilidade em todas as praias analisadas entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Categorias e parâmetros de balneabilidade de águas próprias para recreação de contato primário.....	5
Tabela 2: Doenças infecciosas, quantidade excretada por indivíduo e dosagem infectante.....	11
Tabela 3: Locais de coleta do IMA-AL das praias de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas.....	18
Tabela 4: Nível de balneabilidade por mês dos locais de coleta das praias de Pajuçara e Ponta Verde.....	20
Tabela 5: Nível de balneabilidade por mês dos locais de coleta das praias de Jatiúca e Cruz das Almas.....	22
Tabela 6: Comparação da balneabilidade dos meses chuvosos e secos em todas as praias e durante todo o ano de análise.....	24
Tabela 7: Balneabilidade de cada mês analisado com relação à presença de chuva, sem distinção de local de coleta.....	25
Tabela 8: Comportamento dos níveis de balneabilidade das praias de Pajuçara e Ponta Verde comparando o período seco com o período chuvoso.....	26
Tabela 9: Comportamento dos níveis de balneabilidade das praias de Jatiúca e Cruz das Almas comparando o período seco com o período chuvoso.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAEC	<i>Escherichia coli</i> aderente difusa
EAEC	<i>Escherichia coli</i> enteroagregativa
EHEC	<i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica
EIEC	<i>Escherichia coli</i> enteroinvasiva
EPEC	<i>Escherichia coli</i> enteropatogênica
ETEC	<i>Escherichia coli</i> enterotoxigênica
IMA-AL	Instituto do Meio Ambiente de Alagoas
NMP	Número mais provável
SEMARH	Secretaria Municipal de Recursos Hídricos
STEC	<i>Escherichia coli</i> produtora de toxina Shiga

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Revisão da literatura.....	4
2.1. Balneabilidade.....	4
2.1.1. Balneabilidade em Maceió.....	6
2.2. Degradação ambiental antrópica e efeitos negativos sobre a população.....	7
2.3. Crescimento urbano, meio ambiente e desenvolvimento sustentável.....	8
2.4. Doenças de veiculação hídrica.....	10
2.4.1. <i>Escherichia coli</i>	11
2.4.1.1. Grupos patogênicos de <i>Escherichia coli</i>	12
3. Análise dos dados do IMA.....	16
3.1. Material e métodos.....	16
3.2. Resultados e discussões.....	19
4. Conclusão.....	29
5. Referências.....	31

1. Introdução

A ocupação do meio físico e as modificações causadas por ela na paisagem interferem consideravelmente nas condições naturais do local. Com o crescimento populacional, a sociedade necessita de mais espaço e recursos advindos deste meio geográfico. As inquietações da sociedade pautadas no espaço físico estão relacionadas a aspectos ambientais e socioeconômicos da região. A fiscalização e o controle sobre a capacidade do homem de transformar a natureza, e a preocupação com o destino correto dos rejeitos gerados neste meio, estão diretamente inseridos no debate sobre o processo de urbanização das cidades. Portanto, uma boa gestão do território, dos recursos naturais e dos rejeitos gerados pela população são imprescindíveis para manter o equilíbrio entre sociedade e natureza, permitindo um crescimento sustentável, que é base para o desenvolvimento das cidades (PAIVA, 2017).

Segundo Shikangalah *et al* (2016), a expansão urbana altera as condições naturais do ambiente, afetando o ciclo hidrológico local, e promovendo a impermeabilização da superfície. Isso modifica os movimentos das águas pluviais, que ficam mais restritos aos caminhos de fluxo específicos, onde a quantidade de escoamento é amplificada e redirecionada ao mar através das redes coletoras de águas pluviais. Em cidades litorâneas – ao exemplo de Maceió – os efluentes domésticos e industriais constituem a maior fonte de poluição dos mares. Segundo dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), em 2017 apenas 34% da população de Maceió é beneficiada com redes de coleta de esgoto. Em muitos casos, essas cargas poluidoras atingem o mar de forma concentrada e com frequência definida, e são classificadas como poluidores pontuais. Entretanto, às vezes a fonte de poluição alcança o mar de forma não regular ou não contínua, com concentração não conhecida nem previsível, tornando mais difícil o monitoramento e prevenção do impacto no meio ambiente. Esse fenômeno ocorre frequentemente com as galerias coletoras de águas pluviais, que levam a água das chuvas aos mares (LIMA, 2016), podendo carregar uma grande carga de poluição de esgoto doméstico, causando uma piora significativa nos indicadores de poluição das águas no local em que houve o despejo.

Nos meses chuvosos, a qualidade observada do mar costuma ser pior em comparação com os meses que há baixa quantidade ou ausência total de chuva. A rede coletora de águas pluviais pode arrastar a poluição presente nas ruas da cidade em seu curso, levando-a ao mar. O volume de dejetos que acaba no mar cresce, o que piora momentaneamente a balneabilidade da região (VIEIRA, 2003). Isso coloca a qualidade da água em perigo, e coloca em risco a saúde das pessoas que entram em contato direto com as águas contaminadas (PIMENTEL, 2005). Um bom indicativo de contaminação de esgoto na região é pela determinação da quantidade da bactéria *Escherichia coli*, que está presente nas fezes humanas, e consequentemente no esgoto doméstico.

Segundo a resolução 274/2000 do CONAMA, a bactéria *Escherichia Coli*, pertencente à família *Enterobacteriaceae*, é encontrada de forma abundante em fezes humanas e de animais, e em águas ou solos que tenham recebido contaminação fecal. Essa bactéria pode ser usada como indicador de balneabilidade devido à sua baixa resistência à toxicidade da água do mar. O seu aparecimento na água indica a presença de esgoto (HAGLER, 1988). Logo, a presença de *Escherichia coli* no mar indica contaminação por fezes, sugerindo despejo de esgoto recente na região. Além disso, embora essas bactérias costumem habitar o intestino de diversos animais saudáveis, como o ser humano, algumas cepas – chamadas de *Escherichia coli* patogênicas – causam infecções entéricas, geralmente com sintomas de diarreia e problemas intestinais, podendo levar até à morte.

O presente trabalho busca analisar os dados disponibilizados pelo Instituto do Meio Ambiente de Alagoas – IMA-AL sobre a balneabilidade das praias de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas, na cidade de Maceió, Alagoas. Foram analisados dados do período correspondente a Setembro de 2016 e Agosto de 2017, de oito locais distintos de coleta. Essas praias possuem uma grande visitação de banhistas durante todo o ano, e têm elevada importância na economia da cidade de Maceió, principalmente através da pesca e do turismo. Um desbalanceamento ambiental na região afeta toda a cadeia produtiva que envolve diversos empreendimentos como hotéis, bares, restaurantes e seus fornecedores, que muitas vezes são pescadores ou artesãos locais, além de afetar a saúde de grande parte da população através do contato direto com o mar. Os dados disponibilizados

semanalmente pelo IMA-AL são públicos, e podem ser baixados gratuitamente através do seu endereço eletrônico.

2. Revisão da literatura

A análise realizada neste trabalho envolve a compreensão do conceito de balneabilidade e do parâmetro utilizado para a determinação desse conceito pelo IMA-AL, de impacto ambiental, dos fatores que podem levar à perda da balneabilidade, e temas correlatos. Para tal, foi realizada uma revisão sobre os conceitos e parâmetros que envolvem os termos supracitados, bem como foi feita uma revisão da literatura de materiais já publicados sobre a balneabilidade das praias na cidade de Maceió, AL.

2.1. Balneabilidade

Por balneabilidade se entende a qualidade da água usada para a recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água, no qual existe elevada possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água do mar. Uma boa balneabilidade deve conter índices baixos de microrganismos indicadores de contaminação por esgotos de origem doméstica (SÃO PAULO, 2017).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, através da resolução nº 274/2000 (BRASIL, 2000), descreve a classificação das águas em três grupos: (a) doce – água com salinidade igual ou inferior a 0,50% – (b) salobra – salinidade compreendida entre 0,50% e 30% – (c) salina – salinidade superior a 30%.

Considerando a saúde e o bem estar humano, essa resolução descreve parâmetros de balneabilidade das águas doces, salobras e salinas de Classe 1, para recreação de contato primário. As águas são avaliadas e classificadas nas categorias “própria” ou “imprópria”, de acordo com critérios estabelecidos por indicadores microbiológicos.

A classificação das águas próprias para recreação de contato primário se subdivide em 3 grupos: “excelente”, “muito boa” e “satisfatória”, conforme a Tabela 1. Para uma área ser classificada como “própria”, o CONAMA estabelece que 80% das amostras coletadas no mesmo local, e nas últimas 5 semanas, devem atender aos requisitos mínimos da categoria “satisfatória”. Caso haja interesse público, as

análises podem compreender um período menor que cinco semanas, desde que cada período seja especificado, mantendo-se o mínimo de cinco amostras, e que o intervalo mínimo entre cada coleta seja de pelo menos 24 horas. Além disso, podem ser classificadas como “impróprias” quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 NMP (número mais provável) de coliformes fecais ou 2000 NMP de *Escherichia coli* ou 400 NMP de enterococos por 100 mililitros de água. A unidade número mais provável (NMP), é a estimativa da densidade de *Escherichia coli* em uma amostra, calculada a partir da combinação de resultados positivos e negativos, obtidos mediante a aplicação da técnica denominada Tubos Múltiplos (FLORES, 2007).

Tabela 1. Categorias e parâmetros de balneabilidade de águas próprias para recreação de contato primário.

Categoria	Coliformes fecais (NPM)	<i>Escherichia coli</i> (NPM)	Enterococos (NPM)
Excelente	250	200	25
Muito boa	500	400	50
Satisfatória	1000	800	100

Se os parâmetros analisados apresentarem resultados abaixo do mínimo necessário para a classificação como “satisfatória”, a água é classificada como “imprópria” para recreação de contato primário.

O Instituto do Meio Ambiente de Alagoas – IMA-AL – aponta que sejam evitadas as praias influenciadas pela presença de cursos d’água supostamente

contaminados por esgoto caso houve chuva nas últimas 24 horas, pois durante esse período a probabilidade de contaminação de origem fecal é maior e, conseqüentemente, o risco de contrair doenças infecciosas aumenta. O órgão pede também que seja evitada, em qualquer época, a utilização de áreas que estejam diretamente sob influência de rios, canais e córregos.

Os órgãos de controle municipais, estaduais ou federal podem interditar a área imprópria se constatarem que a má qualidade da água justifica a medida. São considerados passíveis de interdição trechos em que ocorreram acidentes de médio e grande porte, como derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente da floração de algas ou outros organismos. No caso de águas doces, a presença de moluscos potenciais transmissores de esquistossomose e outras doenças de circulação hídrica qualifica a região como passível de interdição.

2.1.1. Balneabilidade em Maceió

FLORES (2007) avaliou a balneabilidade do litoral alagoano com base nos relatórios do IMA-AL entre 2005 e 2006. Em Maceió, ele constatou que a balneabilidade é melhor quando a precipitação pluviométrica é menor.

GUEDES (2010) analisou a balneabilidade do litoral de Maceió com base nos relatórios do IMA-AL entre 2009 e 2010. Ele constatou que, no período chuvoso, a balneabilidade diminui com relação ao período de estiagem. Constatou também que nos meses chuvosos, apenas dois (2) dos catorze (14) locais analisados mantiveram-se próprios para banho por mais da metade do ano.

DAVINO (2015) analisou a balneabilidade do litoral de Maceió com base nos relatórios do IMA-AL entre 2006 e 2012. Ele também constatou a queda da balneabilidade com o aumento da chuva. Concluiu também que a praia de Jatiúca possui o pior resultado da balneabilidade de todas as praias analisadas, e que a principal fonte de contaminação dessa praia é a rede coletora de água pluvial na região.

DANTAS (2016) analisou a balneabilidade do litoral de Alagoas com base nos relatórios do IMA-AL no ano de 2015. Foi constatado que as praias da cidade de Maceió possuem balneabilidade pior que as praias do litoral sul ou norte do Estado. As praias da capital apresentaram balneabilidade ruim e péssima durante a maior parte do ano, representando numericamente 70% das praias. Foi verificado que 30% das praias de Maceió apresentaram qualificação regular. Ademais, nenhuma das praias de Maceió apresentou constância de qualidade ótima ou boa durante o ano de 2015 indicando que as praias de Maceió não estão na maior parte do tempo apropriadas para atividades de contato primário. Esse trabalho constatou também que, comparando o período seco com o chuvoso, as praias de Maceió possuem uma queda na balneabilidade mais acentuada quando há chuva do que as praias mais distantes da capital, onde a população urbana é menor.

2.2. Degradação ambiental antrópica e efeitos negativos sobre a população

Pelos processos de urbanização e ocupação do meio físico, o ser humano altera as condições originais do ambiente para adequar a natureza às suas necessidades. Essas alterações são denominadas impactos ambientais. A resolução nº 001/1986 define impacto ambiental como:

(...) Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais.

A degradação antrópica do meio ambiente e o crescimento desordenado das cidades têm gerado sérios impactos no bem estar do ser humano. Os principais conflitos estão associados ao acesso limitado a serviços de saneamento – como água tratada, coleta e tratamento de esgotos, coleta e disposição final do lixo, e pavimentação de ruas, que geram poluição dos recursos hídricos do ar. Esses fatores se traduzem tanto em situações de ameaça à vida, quanto em condições de exposição a um vasto espectro de doenças relacionadas à água e ao ar. Segundo Pimentel (1998), a poluição do ar afeta a saúde de 4 a 5 bilhões de pessoas. Cerca de 40% das mortes no mundo estão diretamente relacionadas com poluição e outros fatores ambientais, e a falta de estruturas sanitárias bem desenvolvidas contribui para 4 milhões de mortes por ano, principalmente de crianças em países pobres.

Em nível local, cidades como Maceió deprimem os recursos hídricos pela captação maior do que a capacidade de reposição das águas. Combinada com a poluição industrial e domiciliar, esses fatores prejudicam os solos e as águas através da contaminação por poluentes carregados pelas chuvas, devido à disposição inadequada do lixo. Micklin (1999) inclui a preservação da água e a degradação dos ambientes urbanos entre os maiores desafios ambientais para a América Latina. Segundo Rockwell (1999), a urbanização está relacionada com um número maior de mudanças no uso do solo do que qualquer outra atividade humana.

2.3. Crescimento urbano, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

A água é um bem dotado de valor social, econômico e político. Todas as pessoas possuem o direito de acesso à água, com o estabelecimento de algumas prioridades, dentre elas a do abastecimento humano. A manutenção do interesse coletivo deve se sobrepor ao interesse privado, visto que a água é fator essencial à vida, sendo um bem de uso comum de todos. Entretanto, a água é, além de essencial à vida, um produto ou serviço que pode ser explorado economicamente, tanto pela sua distribuição, quanto pelo seu controle ou preservação, ou por servir de insumo da atividade produtiva e do turismo. A existência de água, ou sua falta, interfere fortemente nas relações sociais. Ela tem papel na criação de empregos, geração de energia, lazer e nas demais atividades humanas essenciais. A sua

exploração é primordial para o saneamento das cidades, pois canalizam os efluentes tanto domiciliares quanto industriais. Sem água, as condições de saúde se tornariam precárias. Diversas epidemias decorrem da ausência de um sistema de saneamento básico adequado àquela sociedade, e pela falta de higiene a qual a população está exposta.

Segundo OJIMA (2006), a valorização do meio ambiente dentro da esfera das relações sociais é uma variável essencial na análise das recentes alterações na estrutura urbana. Ou seja, a questão ambiental não pode mais ser dissociada dos processos de decisão individual ou coletiva dentro do contexto urbano. Entre outros fatores, a dimensão ambiental se torna um dos mais importantes fundamentos das decisões que governam as transformações da malha urbana. De um lado existe a crescente demanda pela melhoria da qualidade da vida urbana, e por outro lado temos um aumento na pressão sobre o consumo do espaço urbano. Um dos principais conflitos a ser solucionado é o balanço entre crescimento urbano e preservação do ambiente. Com o aumento da população nas cidades e da industrialização, cresce a necessidade insumos como alimentos, água e energia elétrica, a poluição se agrava, e os recursos naturais ficam cada vez mais escassos. A questão ambiental e os conflitos decorrentes dela passam a ser mais inseridos no debate sobre a conjuntura urbana quando uma parcela cada vez maior da sociedade começa a valorizar o meio ambiente como conjunto essencial da qualidade de vida urbana. Logo, a retro análise sobre o desenvolvimento baseado na manutenção dos recursos naturais em níveis satisfatórios ao bom convívio em sociedade se torna primordial no debate sobre economia, desenvolvimento urbano e crescimento populacional. No Brasil, em um período de pouco mais de cinquenta anos, a população urbana que representava cerca de 30% da população total, passou a ser de 81% no ano de 2000. E, no mesmo período, muitas mudanças estruturais ocorreram no cenário social, político e econômico. Algumas delas diretamente derivadas do processo de urbanização, outras, viabilizadas por ele.

O desenvolvimento da humanidade deve se fundar na realização das aspirações humanas através do uso racional dos recursos naturais. Sob essa visão, as sociedades podem ser consideradas desenvolvidas, no sentido romântico da palavra, na medida em que o ser humano decide satisfazer suas necessidades e renovar suas aspirações de forma mais equilibrada com a natureza (FURTADO,

1980). O princípio do desenvolvimento sustentável tem como principal objetivo o alcance do justo equilíbrio entre as necessidades produtivas e a manutenção do meio ambiente. Fiorillo (2008) dispõe que este princípio “tem por conteúdo a manutenção das bases vitais da produção e reprodução do ser humano e de suas atividades, garantindo igualmente uma relação satisfatória entre os seres humanos e destes com o seu ambiente”. Em tempos de conflito entre o interesse econômico e a necessidade de preservação ambiental, o postulado da sustentabilidade das atividades produtivas ganha contornos relevantes, tornando-se ponto fundamental nas discussões sobre desenvolvimento, pois o desenvolvimento sustentável é que viabilizará a existência do recurso explorado para o futuro. O ambiente preservado é um direito fundamental e, portanto, deve ser protegido. Desenvolver-se de forma sustentável, significa usar de práticas que ao mesmo tempo em que geram riquezas e fazem a sociedade avançar, mantêm a qualidade de vida e o bem-estar social.

Neste contexto, o cenário urbano e o meio ambiente natural fazem parte de um contexto abrangente e não podem ser tratados separadamente quando se procura discutir questões como segregação sócio espacial, economia ou qualidade de vida. Portanto, as soluções para as questões ambientais e todas as suas implicações na sociedade não podem ser resolvidas senão pela política, por meio de ações práticas, pois é dever do Estado preservar o meio ambiente, coordenando com a sociedade a melhor relação entre o ambiente natural e o urbano.

2.4. Doenças de veiculação hídrica

Considerando o bem estar e a saúde da população, o estudo de bactérias potencialmente patogênicas que possam habitar águas contaminadas é fundamental para proteger a população de epidemias. A bactéria *Escherichia coli* é o atual indicador microbiológico de balneabilidade utilizado pelo IMA-AL, portanto, essa bactéria foi destacada no presente trabalho, e foi realizada uma breve revisão sobre este organismo, e seus principais grupos patogênicos.

A **Tabela 2** mostra algumas doenças que podem ser transmitidas através das fezes humanas. Logo, em caso de contaminação de esgoto no mar, a água

contaminada passa a ser um meio de transmissão. O risco de se contrair alguma doença de veiculação hídrica dependerá da dosagem ingerida pelo indivíduo. Na **Tabela 2**, o termo dosagem infectante é referido à quantidade ingerida de bactéria que é necessária para provocar sintomas em 50% dos indivíduos tratados.

Tabela 2. Doenças infecciosas, quantidade excretada por indivíduo e dosagem infectante.

Agente Patogênico		Quantidade excretada por indivíduo infectado por grama de fezes	Dosagem infectante
Bactéria	<i>Escherichia coli</i>	10^6	10^2 a 10^9
	<i>Salmonela</i>	10^6	10^{61}
	<i>Shigella</i>	10^6	10^2
	<i>Vibrio Cholerae</i>	10^6	10^8
	<i>Yersinia eterocolitica</i>	10^6	10^9
	<i>Leptospira</i>	10^5	3
Vírus	Enterovírus	10^7	172
	Hepatite A	10^6	1 a 10
	Rotavírus	10^6	1 a 10
Protozoário	<i>Entamoeba</i>	10^7	10 a 100
	<i>Giardia</i>	10^5	1 a 10
	<i>Cryptosporidium</i>	10^2	1 a 30
Helminto	<i>Ascaris</i>	10^3	2 a 5
	<i>Taenia</i>	10^3	1

Fonte: DI BERNARDO (2005). Adaptado.

2.4.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli compreende um grupo de bactérias anaeróbias pertencentes à família *Enterobacteriaceae*. Ela foi inicialmente descrita por T. Escherich, em 1885,

como uma bactéria componente do trato intestinal. Porém, em 1945 Bray relatou a associação de *E. coli* com diarreia infantil (BERTÃO, 2007). Essas bactérias, embora habitem principalmente na mucosa intestinal de diversos animais saudáveis, ao adquirirem fatores de virulência específicos passam a ser potencialmente danosas, costumeiramente causando infecções no trato digestivo. Em alguns casos, podem causar infecções em outras partes do corpo, sendo a principal causa de infecção urinária em mulheres. Elas podem trazer outras complicações, como náuseas, infecção da próstata (prostatite), infecção da vesícula biliar, infecções que se desenvolvem após apendicite e diverticulite, infecções de feridas (incluindo feridas que surgem durante cirurgia), infecções em úlceras de decúbito, infecções do pé em pessoas com diabetes, pneumonia, meningite em recém-nascidos e infecções na corrente sanguínea (MSD).

As comumente chamadas de *E. coli* patogênicas – ou diarreio gênicas – são as bactérias *Escherichia coli* que ocasionam infecções entéricas. Elas são classificadas com base em características epidemiológicas, clínicas e genéticas. Existem seis grupos patogênicos: *E. coli* enterotoxigenica (ETEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), e *E. coli* aderente-difusa (DAEC). Cada grupo possui um conjunto único de fatores de virulência, que as torna diferentes em ação, resistência, sintomas no paciente, forma de crescimento, dentre outros (EUA, 2017).

2.4.1.1. Grupos patogênicos de *Escherichia coli*

(a) *Escherichia coli* enterotoxigênica (ETEC): É caracterizada pela produção de enterotoxinas sensíveis ao calor, sendo similar em tamanho, sequência, antigenicidade e função à toxina da cólera. A ETEC também produz toxinas resistentes ao calor, que são de baixo peso molecular e resistem à fervura por trinta minutos. Existem diversas variantes de toxinas resistentes ao calor isoladas de humanos e animais. É também conhecida como o principal agente causador da chamada “diarreia do viajante”, identificada por diarreia aquosa, com pouca ou sem febre. Infecções por ETEC ocorrem comumente em países subdesenvolvidos por deficiência no saneamento básico e distribuição de água, mas também são

verificadas em países desenvolvidos, onde são normalmente associadas a problemas esporádicos em águas, consumos de queijos ou vegetais crus. A dose infecciosa em adultos vem sendo estimada em pelo menos 10^8 células, porém, crianças, idosos e enfermos podem estar suscetíveis a níveis mais baixos. (EUA, 2017)

(b) *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC): São simbolizadas pela produção de verotoxina ou toxinas Shiga (Stx1 e Stx2). Existem várias estirpes de *E. coli* produtoras de toxina Shiga (STEC), mas somente algumas costumam causar lesão histopatológica. Esse grupo é reconhecido como um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento de colite hemorrágica e diarreia sanguinolenta, que podem progredir para a fatal Síndrome Hemolítica Urêmica – SHU. O tipo designado como O157:H7 é o representante de EHEC mais conhecido e que causou mais problemas ao redor do mundo. A dose infecciosa dessa cepa é estimada entre 10 e 100 células. A maioria das infecções está associada à comida ou água contaminada. (EUA, 2017)

(c) *Escherichia coli* enteroinvasiva (EIEC): Possui propriedades biológicas, fisiológicas e genéticas similares à *Shigella*. Praticamente não existem infecções em animais; o principal alvo de contaminação de EIEC são os humanos. Ela causa uma forma invasiva disentérica de diarreia. Os sintomas característicos de pessoas infectadas por EIEC são diarreia aquosa, com sangue e muco, mas alguns casos só apresentam a diarreia. A bactéria invade as células epiteliais do cólon, onde se prolifera, podendo causar a necrose do tecido. Para tal, o primeiro passo é a aderência da bactéria à vilosidade da mucosa intestinal, para depois entrar por endocitose na célula, e posterior multiplicação da EIEC e disseminação para as células saudáveis adjacentes. A partir de então elas tem a capacidade de liberar uma ou mais enterotoxinas que podem provocar a diarreia e os demais problemas associados a esse tipo de bactéria (RODRIGUES-ALGELES, 2002). A dose de infecção de EIEC é da ordem 10^6 organismos. (EUA, 2017)

(d) *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC): É caracterizada por um padrão chamado de aderência localizada, na qual microcolônias se formam na superfície da célula (SKALETSKY, 2001). Causa uma longa diarreia aquosa com muco, febre e desidratação. É a principal causa de diarreia infantil em países em desenvolvimento. Surto de EPEC tem sido ligado ao consumo de água e carne contaminadas. A dose infecciosa de EPEC é estimada em 10^6 organismos. (EUA, 2017)

(e) *Escherichia coli* enteroagregativa (EAEC): Uma característica marcante desse grupo é que ele se liga ao tecido infectado em um padrão chamado de aderência agregativa, que é caracterizada por uma geometria similar a “tijolos empilhados. Esse grupo de bactéria se adere na mucosa intestinal, libera toxinas, e induz uma resposta inflamatória no intestino. Os sintomas são diarreia aquosa, e eventualmente com muco intestinal, náusea e febre baixa. Casos de diarreia aguda e persistentes são relatados geralmente em crianças menores de 1 ano de idade (SKALETSKY, 2001). Um estudo feito por STEINER *et al* (1998) mostrou que crianças em países subdesenvolvidos sofriam de retardo de crescimento devido à infecção por EAEC, independente dos sintomas de diarreia. ROCHE *et al* (2010) também encontrou relação com retardo no crescimento com a contaminação por EAEC em modelos com ratos.

(f) *Escherichia coli* aderente difusa (DAEC): São definidas por um padrão chamado aderência difusa, na qual a bactéria cobre inteiramente a superfície celular de maneira uniforme (SKALETSKY, 2001). Esse fenótipo de aderência é explicado por uma estrutura de superfície bacteriana chamada fimbria. Isso a difere dos outros grupos patogênicos de *E. coli*, sendo esse fator de organização a melhor forma de detectar a presença dessa bactéria no organismo, ou pela detecção do gene responsável pela expressão da fimbria. O grupo DAEC pode infectar qualquer pessoa, sendo mais verificado em crianças de 4 a 5 anos. Os principais sintomas que se apresentam são diarreia aquosa sem sangue e sem leucócitos (RODRIGUES-ALGELES, 2002).

Entretanto, essas características que definem cada grupo estão em constante questionamento, e as categorias estão sempre em discussão e revisão. Recentemente foi proposta a inclusão de duas novas categorias: AIEC (*E. coli* aderente e invasiva) e STEAEC (*E. coli* enteroagregativa produtora de Shiga toxina). Esta última foi proposta depois do surto atribuído a uma cepa de híbrida, *E. coli* O104:H4, com características mistas de EAEC e EHEC (ALMEIDA, 2013). O surto que teve início na Alemanha em 2011, se espalhou por diversos países da Europa, além da América do Norte, tendo grande impacto sobre o comércio internacional de alimentos. Durante o surto, essa bactéria provocou mais de mais de 3800 casos de infecção, levando 54 pessoas à morte, e 845 casos de Síndrome Hemolítica Urêmica (FRANK *et al.*, 2011). Outras categorias às vezes são propostas, entretanto, até o momento não existe consenso sobre novos grupos (ALMEIDA, 2013)

3. Análise dos dados do IMA

O marcador microbiológico adotado pelo Instituto do Meio Ambiente, a fim de determinar a balneabilidade, é a quantidade da bactéria *Escherichia coli*. Apesar de existirem grupos patogênicos dessa bactéria, que podem causar problemas diretos a quem entra em contato com água contaminada, o grande motor para a realização dessa análise pelo IMA é a indicação que ela fornece sobre contaminação recente de fezes na região. Essa bactéria é associada diretamente a fezes de animais, em especial dos humanos, e o ambiente marítimo não favorece sua reprodução. Logo, a presença de *Escherichia coli* nos mares deve indicar contaminação recente de esgoto. Ainda mais, o Conselho Nacional do Meio Ambiente prevê as condições de lançamento de esgoto, tomando como base a premissa de que o descarte não deve causar alterações nas condições físicas, químicas e biológicas do sistema.

3.1. Material e métodos

Os dados expostos no presente trabalho foram coletados pelo Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA-AL) entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017, e divulgados em seu sítio eletrônico na Internet.

Para a realização deste trabalho foram escolhidos 8 pontos de coleta que compreendem as praias de Pajuçara (Locais 25 e 26), Ponta Verde (Locais 27 e 28), Jatiúca (Local 29) e Cruz das Almas (Locais 30, 31 e 32). Em cada local, foram feitas quatro coletas por mês, exceto em Abril, que foram disponibilizadas apenas três. Isso totaliza 47 dias de coleta ao longo do ano. Como foi realizada amostragem em 8 locais diferentes, foram obtidos um total de 376 análises do mar, classificadas próprias ou impróprias para recreação de contato primário. A localização de cada ponto de coleta está identificada na **Figura 1**.

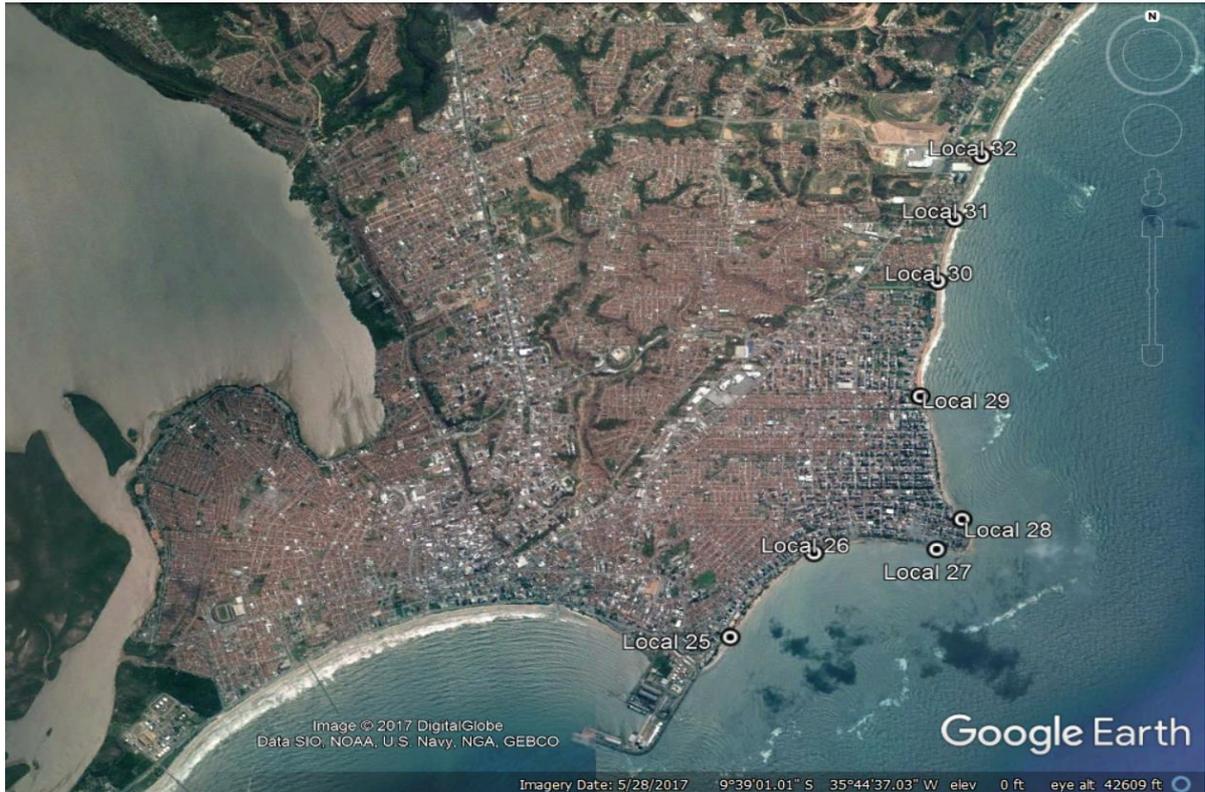


Figura 1 – Locais de coleta do IMA-AL das praias de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas.

Os dados disponibilizados pelo IMA-AL classificam as águas como próprias ou impróprias para recreação de contato primário, e mostram a presença ou ausência de chuva nas últimas 24 horas de cada coleta. Para todos os efeitos, nesse trabalho foram considerados como meses chuvosos os que tiveram chuva em pelo menos cinquenta por cento das análises realizadas no mesmo mês. Caso tenha havido chuva em menos da metade dos dias de análise daquele mês, ele foi considerado como mês seco. Portanto, foi classificado como mês seco o período correspondente de Outubro de 2016 a Março de 2017. Em contrapartida, os meses considerados chuvosos foram Setembro de 2016, e Abril, Maio, Junho, Julho e Agosto de 2017.

A metodologia de amostragem segue parâmetros dispostos na resolução 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A coleta deve ser feita preferencialmente nos dias de maior movimento na praia, a critério do órgão de controle ambiental, e obrigatoriamente onde houver maior concentração de banhistas, em local que apresentar a isóbata de um metro.

Tabela 3 – Locais de coleta do IMA-AL das praias de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas.

Local Nº	Localização
25	Praia de Pajuçara/Av. Dr. Antônio Gouveia, interseção com à rua João Carneiro - 09°40'23,1"S; 035°42'57,3"W
26	Praia da Pajuçara/Av. Dr. Antônio Gouveia, interseção com à rua Júlio Plech Filho - 09°39'54,0"S; 035°42'31,4"W
27	Praia de Ponta Verde/Av. Silvio Carlos Viana, interseção com à rua Profª Higia Vasconcelos - 09°39'52,7"S; 035°41'53,6"W
28	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
29	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
30	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
31	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
32	Praia de Cruz das Almas/Av. Brigadeiro Eustáquio Gomes, entre as ruas Mauro Machado Costa e Sen. Ezequias da Rocha - 09°37'36,0"S; 035°41'39,3"W

A **Tabela 3** mostra a posição dos locais de coleta, com a intersecção das ruas mais próximas ao ponto exato, e com as coordenadas geográficas precisamente no ponto do mar onde a amostragem foi realizada.

3.2. Resultados e discussões

Como já citado no item anterior, no total foram 376 avaliações do mar. O volume de dados é grande para serem expostos todos de maneira bruta, logo, este trabalho se propõe a os apresentar com tratamento adequado, visando realçar algumas variáveis importantes para que se tenha entendimento real da qualidade do mar, e de alguns fatores que modificam a balneabilidade.



Figura 2 – Balneabilidade em todas as praias analisadas entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017.

O gráfico representado na **Figura 2** mostra a balneabilidade total dos dados coletados entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017. Observou-se que do total de 376 análises, 247 foram classificadas como próprias para banho, e 129 classificadas como impróprias. O resultado obtido traduz que, em média, todas as praias (Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas), ao longo do ano, passam 66% do tempo próprias para banho, e 34% do tempo impróprias.

As **Tabelas 4 e 5** buscam ampliar as análises para isolar o mês e o local da amostragem. Para gerar esses dados apresentados, foi calculada a porcentagem das amostras que foram classificadas como próprias para banho em cada mês. Por

exemplo, uma porcentagem de 75% indica que, de quatro amostras feitas no mês, três foram classificadas como próprias, e uma como imprópria.

A **Tabela 4** apresenta os dados das praias de Pajuçara e Ponta Verde, coletados ao longo do período analisado neste trabalho, entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017. A **Tabela 5** apresenta os dados deste mesmo período, porém das praias de Jatiúca e Cruz das Almas. A construção de ambas as tabelas seguiu a mesma metodologia, e as duas possuem a mesma função, sendo continuação uma da outra, variando apenas os locais de análise.

Tabela 4 – Nível de balneabilidade por mês dos locais de coleta das praias de Pajuçara e Ponta Verde.

Mês	Nº de coletas	Pajuçara		Ponta Verde	
		Local 25	Local 26	Local 27	Local 28
Set/16	4	100,00%	100,00%	100,00%	25,00%
Out/16	4	100,00%	100,00%	100,00%	75,00%
Nov/16	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Dez/16	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Jan/17	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Fev/17	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Mar/17	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Abr/17	3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Mai/17	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Jun/17	4	100,00%	100,00%	25,00%	100,00%
Jul/17	4	100,00%	100,00%	75,00%	25,00%
Ago/17	4	100,00%	100,00%	100,00%	25,00%
TOTAL	47	100,00%	100,00%	91,49%	78,72%

A praia de Pajuçara – locais 25 e 26 – esteve própria para recreação de contato primário durante todo o período das análises. Isso ocorreu independente do mês, que há variações significativas de chuva, incidência solar, ou quantidade de banhistas. Os valores de 100% do tempo próprio para banho mostra uma melhora em comparação a anos anteriores. No trabalho de GUEDES (2010), esta mesma praia esteve em média, no local 25, 76,74% do tempo própria para banho, e, no local 26, 69,77% própria. Esse resultado positivo pode ser fruto das obras da Bacia da Pajuçara, que estão aumentando a rede coletora de esgoto na região. Segundo dados do Governo do Estado (ALAGOAS, 2016), as obras de ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia da Pajuçara que começaram a ser realizadas no ano de 2016 deveriam diminuir o lançamento de esgoto nas praias da capital alagoana, em especial na praia de Pajuçara. Segundo dados de Setembro de 2017 (ALAGOAS, 2017), está sendo construída uma rede complementar de coleta de esgoto, denominada Linha Expressa, que irá dividir a coleta de esgotos com a Bacia da Pajuçara. A Linha Expressa possuirá uma tubulação de 2500 metros, que conduzirá o esgoto da estação elevatória da Praça Lions (Pajuçara) até a Avenida Treze de Maio (Poço), de onde seguirá para o emissário submarino. Essas obras de saneamento podem diminuir consideravelmente a emissão de esgoto na região onde há grande concentração de banhistas em toda orla marítima de Maceió. Outra possibilidade para explicar a diferença entre os dados deste trabalho e os dados de GUEDES (2010) é uma inconsistência dos próprios relatórios do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas. DANTAS (2016) realizou análises independentes dos dados do IMA-AL e percebeu que alguns dados não condizem com a realidade da qualidade da água. Nos dados de DANTAS, o local 25 passou apenas 13% do tempo impróprio para banho, e 18% próprio no local 26. Não é razoável explicar essa diferença na comparação dos dados apenas pela melhoria da infraestrutura da coleta de água, principalmente porque até o presente momento de conclusão deste trabalho (Novembro de 2017), as obras da Bacia da Pajuçara e da Linha Expressa não foram concluídas, mas estão em estado avançado das obras.

A praia de Ponta Verde – locais 27 e 28 – se manteve na maior parte do tempo própria para banho, porém houve flutuações na balneabilidade. Isso ocorreu durante os meses de Junho e Julho, quando a balneabilidade caiu de 100% para 25%. Em um período de dois meses após essa queda na balneabilidade, a praia no

ponto 27 se recuperou aos 100%, porém o ponto 28 ainda se manteve em 25%. De acordo com os dados da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), as chuvas aumentaram em volume desde Março, tendo seu pico de chuvas em Maio. Logo, essa queda brusca na balneabilidade em Junho/Julho não pode ser explicada somente com base na chuva, pois essa queda poderia ter ocorrido junto com o aumento das chuvas em Março. Uma possibilidade de explicar o observado é por ligações de esgoto clandestinas na rede coletora pluvial. No ponto 28, como a balneabilidade ainda não foi recuperada, estima-se que o lançamento de esgoto se manteve no mês de agosto. A média do local 27 ao longo do ano analisado se manteve em 91,49% do tempo próprio para contato. O ponto 28 manteve uma média um pouco abaixo, com 78,72% do ano imprópria para banho.

Tabela 5– Nível de balneabilidade por mês dos locais de coleta das praias de Jatiúca e Cruz das Almas.

Mês	Nº de coletas	Jatiúca	Cruz das Almas		
		Local 29	Local 30	Local 31	Local 32
Set/16	4	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Out/16	4	0,00%	25,00%	50,00%	100,00%
Nov/16	4	0,00%	25,00%	0,00%	100,00%
Dez/16	4	0,00%	0,00%	25,00%	100,00%
Jan/17	4	25,00%	75,00%	100,00%	100,00%
Fev/17	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Mar/17	4	75,00%	75,00%	50,00%	100,00%
Abr/17	3	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Mai/17	4	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Jun/17	4	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%
Jul/17	4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ago/17	4	25,00%	50,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	47	19,15%	29,79%	27,66%	78,72%

A praia de Jatiúca – local 29 – apresentou a pior balneabilidade entre todos os locais abordados. Entretanto, nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março, houve uma melhora na balneabilidade, sendo Fevereiro o melhor mês, com 100% das análises classificadas como próprias para contato primário. Em média, essa praia manteve apenas 19,15% do tempo própria para banho. É um valor preocupante, que deve ser apurado com mais cautela. Existe um despejo de águas pluviais bem ao lado do ponto analisado, e este é um local com grande concentração de hotéis e empreendimentos comerciais diversos. Isso é um fator importante a ser levantado, visto que a frequência de banhistas neste local é mais baixa que nos locais de amostragem da praia de ponta verde. Logo, o fator contaminação que banhistas possam eventualmente causar não se mostrou relevante nessa análise. Portanto, não há como inferir culpa da baixa balneabilidade à população que utiliza a praia. Além disso, o fato da balneabilidade ser mais alta durante o verão, que tem maior fluxo de pessoas na praia, reforça a ideia de que as causas da baixa balneabilidade advém, primordialmente, do arraste de esgoto pelas águas das chuvas ou por possíveis ligações clandestinas de esgoto na rede de coleta de água pluvial, e não por contaminação dos usuários da praia.

A praia de Cruz das Almas – pontos 30, 31 e 32 – possui duas características distintas. Os dados dos locais 30 e 31, que são mais próximos à praia de Jatiúca, guardam similaridade com os dados do local 29. Houve uma melhora na balneabilidade nos meses de Dezembro e Janeiro, tendo o melhor resultado em Fevereiro, e decaindo novamente a partir de Março, chegando a Abril com 0,00% das análises próprias para banho. Em média, o local 30 permaneceu 29,79% do tempo próprio para banho, e o local 31 permaneceu 27,66% do tempo próprio. Esses dados são extremamente preocupantes, pois essa região possui intensa adesão da prática do surf, onde os praticantes são usuários frequentes do local. Logo, as mesmas pessoas costumam ir sempre ao mesmo local para a prática desse esporte, permanecendo em contato com a água contaminada por longos períodos de tempo.

O local 32, entretanto, manteve a balneabilidade bem acima dos outros locais da mesma praia (Cruz das Almas), com média de 78,72% do tempo próprio para recreação de contato primário. Esse ponto é mais afastado do local 29, onde houve a pior balneabilidade. Porém, próximo ao local 32 há um grande empreendimento

recente – um Shopping Center, e vêm sendo construídos alguns novos prédios residenciais perto desse ponto. Aparentemente, esses empreendimentos não estão causando danos graves à balneabilidade da praia na região, porém a tendência é de crescimento no número de imóveis comerciais e residenciais próximos a esse local, o que pode no futuro afetar a qualidade da água. Porém, houve uma queda na balneabilidade desde junho, que persistiu muito baixa em Julho e Agosto. Apesar de ser no mesmo mês da piora da balneabilidade no ponto 27, as fontes poluidoras devem ser distintas, porém, de mesma natureza: empreendimentos despejando seus esgotos nas galerias pluviais. A característica da queda também foi diferente. No ponto 27 houve uma rápida recuperação em Julho e Agosto, enquanto que no ponto 32 houve piora em Julho, que se manteve em 0% em agosto. Isso mostra que todas as análises dos meses de Julho e Agosto no ponto 32, totalizando 8 coletas, se mostraram impróprias para banho.

Os dados apresentados a seguir, **Tabelas 6, 7, 8 e 9**, foram preparados para mostrar o efeito das chuvas na balneabilidade.

Tabela 6 – Comparação da balneabilidade dos meses chuvosos e secos em todas as praias e durante todo o ano de análise.

Meses chuvosos	Meses secos
43,48%	79,17%

Na **Tabela 6**, os dados foram agrupados em meses chuvosos e meses secos, sem distinção de local de coleta. Percebe-se a diminuição da balneabilidade quando há maior quantidade de chuva. Nos meses secos, 79,17% das análises geral de todas as praias se mostraram próprias para banho, enquanto que nos meses chuvosos apenas 43,48% das análises estavam próprias. Nota-se o abismo que há

na qualidade da água do mar quando há grandes volumes de chuva contra quando chove pouco, ou há ausência total de chuva por longos períodos de tempo.

Tabela 7 – Balneabilidade de cada mês analisado com relação à presença de chuva, sem distinção de local de coleta.

Mês	Balneabilidade	Mês chuvoso
Set/16	53,13%	SIM
Out/16	68,75%	NÃO
Nov/16	65,63%	NÃO
Dez/16	65,63%	NÃO
Jan/17	87,50%	NÃO
Fev/17	100,00%	NÃO
Mar/17	87,50%	NÃO
Abr/17	62,50%	SIM
Mai/17	62,50%	SIM
Jun/17	48,88%	SIM
Jul/17	37,50%	SIM
Ago/17	50,00%	SIM

Na **Tabela 7**, foi ampliada a visão com relação à **Tabela 6**. Os meses foram separados, mas ainda não há distinção de cada local de coleta, pois objetivo é mostrar quais meses tiveram os piores índices de balneabilidade. O que se percebe é que os meses secos variaram de 65,63% até 100% das análises próprias para banho. Já os meses chuvosos variaram de 37,50% até 62,5%. Fica constatada a piora na balneabilidade quando há maior quantidade de chuva. Os meses de melhor balneabilidade do período chuvoso (Abril e Maio) ainda têm níveis de balneabilidade

mais baixos do que os meses de pior balneabilidade do período seco (Novembro e Dezembro).

Tabela 8 – Comportamento dos níveis de balneabilidade das praias de Pajuçara e Ponta Verde comparando o período seco com o período chuvoso.

	Pajuçara		Ponta Verde	
	Local 25	Local 26	Local 27	Local 28
Mês seco	100,0%	100,0%	100,0%	95,83%
Mês chuvoso	100,0%	100,0%	82,61%	60,87%

Tabela 9 – Comportamento dos níveis de balneabilidade das praias de Jatiúca e Cruz das Almas comparando o período seco com o período chuvoso.

	Jatiúca	Cruz das Almas		
	Local 29	Local 30	Local 31	Local 32
Mês seco	33,33%	50,00%	54,17%	100,0%
Mês chuvoso	4,35%	8,70%	0,00%	56,52%

Nas **Tabelas 8 e 9**, a ideia é invertida com relação à **Tabela 7**. O objetivo é analisar quais locais, e com que intensidade, foram afetados pelas chuvas. Logo, os dados foram agrupados em meses secos e chuvosos, mas dessa vez separando cada local de coleta. Percebe-se que, com exceção da Pajuçara (locais 25 e 26), todos os outros pontos de coleta sofreram grandes quedas na balneabilidade quando houve maior quantidade de chuva. Essa piora na balneabilidade ultrapassa os 50% em alguns pontos, como no local 31, que passou de mais da metade das

análises próprias para banho durante os meses secos, para nenhuma análise própria para banho nos meses chuvosos.

Todos esses resultados de queda de balneabilidade que ocorrem quando há um aumento na quantidade de chuvas evidenciam o efeito negativo das águas pluviais no mar. Essa poluição pode ocorrer tanto pelo despejo clandestino de esgoto direto nas galerias pluviais, como pelo arraste do esgoto residencial que é acumulado nas ruas da cidade. Na cidade Maceió, segundo dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), apenas 34% do esgoto doméstico é coletado e tem o destino correto. Ou seja, a maior parte do esgoto gerado pelas residências não tem o tratamento adequado, e muitas vezes correm abertos nas ruas da cidade, carregados de agentes infecciosos capazes de trazer doenças a um grupo grande da população. Quando o volume de chuvas aumenta, a água pluvial pode arrastar o esgoto pelos drenos até as galerias pluviais, que será por fim despejado no mar, levando toda essa carga poluidora.

Os resultados apresentados neste trabalho, entretanto, mostraram melhora na balneabilidade em 5 locais de coleta em comparação ao trabalho realizado por GUEDES (2010), com exceção dos locais 29, 30 e 31, que nos dados de GUEDES apresentaram balneabilidade levemente acima dos dados levantados neste trabalho. O padrão das praias se manteve, pois esses três locais eram os mais críticos no período de 2009/2010, e continuam com os níveis muito baixos de balneabilidade no período de 2016/2017, entre todos os pontos analisados da praia de Pajuçara a Cruz das Almas.

Os dados de DANTAS (2016) apresentaram valores de balneabilidade mais críticos que os alcançados neste trabalho. Muitas similaridades foram encontradas, como a queda na balneabilidade com o aumento das chuvas, e a queda na balneabilidade com a proximidade do local 29, que no trabalho de DANTAS também mostrou o pior resultado entre as praias de Pajuçara e Cruz das Almas.

Esses dados alarmantes ressaltam a importância da infraestrutura da cidade em coletar o esgoto das residências, e da fiscalização permanente nas galerias pluviais para que não haja contaminação indesejada de esgoto no mar. Essa melhora na balneabilidade pode ter ocorrido devido às obras de infraestrutura de coleta de esgoto realizadas na região da orla de Maceió, segundo dados do governo

do Estado, porém dois fatores impedem uma conclusão mais definitiva sobre esse padrão de melhora observado: as obras ainda não estão totalmente completas e operacionais, e a inconsistência dos dados do IMA, que podem não condizer com a realidade, segundo levantamento realizado por DANTAS (2016).

Contudo, os níveis de balneabilidade ainda se encontram muito baixos. As praias analisadas, no período entre Setembro de 2016 e Agosto de 2017, passaram 66% do tempo próprias para banho. Se levar em consideração somente o período chuvoso, as praias analisadas passam apenas 43% do tempo próprias para banho. Atentando individualmente para cada região, o ponto de coleta na praia de Jatiúca é o mais afetado pelo despejo de esgoto, estando apenas 19% própria para banho.

4. Conclusão

A balneabilidade das praias de Maceió é afetada negativamente pela presença de chuva. Nos locais 29 (Jatiúca), 30 e 31 (Cruz das Almas), do total de oito pontos de coleta analisados, o mar foi classificado como impróprio para banho por mais da metade do período de análise deste trabalho. A balneabilidade geral não é boa, porém se mostra ainda pior quando há maior precipitação pluvial. Nos meses secos, 79,17% das análises estavam próprias para banho, enquanto que nos meses chuvosos apenas 43,48% das análises se mostraram adequadas. Junho e Julho tiveram os piores índices, passando mais da metade do ano impróprios para banho em todas as praias. E quando são comparados os mesmos locais nos meses secos contra os meses chuvosos, percebe-se a diminuição na balneabilidade em todos os locais no período chuvoso, com exceção da Pajuçara, que se manteve sempre própria para banho. A queda na balneabilidade pela chuva pode ser explicada pela água arrastar esgoto das ruas até os drenos, que levam ao mar, ou por ligações clandestinas de esgoto direto nas galerias coletoras de águas pluviais.

Percebe-se também que as águas da praia de Pajuçara mostraram os melhores resultados, com 100% das análises realizadas nesta praia classificadas como próprias para banho. Uma possível explicação para a melhora na balneabilidade quando se compara com trabalhos realizados em anos anteriores é a obra de saneamento básico da bacia da Pajuçara, que está parcialmente pronta. A balneabilidade piora à medida que o local da análise se aproxima da praia de Jatiúca (local 29), onde apresentou o pior resultado de todos os pontos analisados. A partir desse ponto, quanto mais o local da coleta se desloca em direção à Cruz das Almas, as análises continuam baixas, mas vão melhorando levemente, até chegar ao último local de análise, ainda na praia de Cruz das Almas, onde a balneabilidade volta a bons níveis para recreação de contato primário.

Com isso, destaca-se a necessidade de se investir na melhoria da infraestrutura da cidade, em especial na rede coletora de esgoto doméstico, e em fiscalização do lançamento de efluentes domésticos e industriais. Há de se ter atenção especial próximo aos locais 29 (Jatiúca), 30 e 31 (Cruz das Almas), que apresentaram níveis de balneabilidade extremamente baixos, todos com menos da metade das análises consideradas próprias para recreação de contato primário ao

longo do ano. A melhoria da estrutura da rede coletora de esgoto proporcionaria um aumento no bem estar da população, diminuindo o risco de doenças contagiosas que se disseminam através da água contaminada ou do esgoto despejado nas ruas, além de fomentar o turismo e demais atividades que se beneficiam do mar, gerando economia para a cidade.

5. Referências

ALAGOAS. Obras de Esgotamento Sanitário da Bacia da Pajuçara Estão na Reta Final. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/obras-de-esgotamento-sanitario-da-bacia-da-pajucara-estao-na-reta-final/?searchterm=bacia%20da%20pajucara>> Acesso em: 30 out. 2017.

ALAGOAS. Obra da Bacia da Pajuçara e Linha Expressa Serão Concluídas em 120 Dias. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/obras-da-bacia-da-pajucara-e-linha-expressa-serao-concluidas-em-120-dias/?searchterm=Bacia%20da%20Pajucara>> Acesso em: 30 out. 2017.

ALMEIDA, R. M. *Escherichia coli* de Adesão Difusa (DAEC) Isoladas de Crianças e de Adultos Constituem Duas Populações Diferentes. Universidade de Brasília, 2013.

BERTÃO, A. M. S. SARIDAKIS, H. O. *Escherichia coli* Produtora de Toxina Shiga (STEC): Principais Fatores de Virulência e dados epidemiológicos. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 28, n. 2, p. 81-92, 2007.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 274 de 29 de Novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res00/res27400.html>>. Acesso em: 30 out. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001 de 23 de Janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 30 out. 2017.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. Esgotamento Sanitário da Capital. Disponível em: <<http://www.casal.al.gov.br/atuacao/esgotamento-capital/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

DANTAS, B. K. S. F. Análise Crítica da Balneabilidade do Litoral de Alagoas. Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. Maio, 2016.

DAVINO, A. M. C. MELO, M. B. de. FILHO, R. A. F. Assessing the Sources of High Fecal Coliform Levels at an Urban Tropical Beach. *Brazilian Journal of Microbiology*. v. 46, n. 4, p. 1019-1026, 2015.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 107, 2006.

EUA. Bacteriological Analytical Manual: Diarrheagenic *Escherichia coli*. Food and Drug Administration. Disponível em: <<https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070080.htm#fn28>>. Acesso em: 30 out. 2017.

FIORILLO, C. A. P. Curso de direito ambiental brasileiro. 9. São Paulo: Saraiva, p. 28, 2008.

FLORES, A. Introdução ao Estudo do Meio Ambiente – Monitoramento Ambiental – Qualidade das Águas – Balneabilidade. Gráfica e Editora Poligraf Ltda. Maceió, 2007.

Frank, C., Werber, D., Jakob, C. J., Askar, M., Faber, M., der Heiden, M. (2011). Epidemic profile of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O104:H4 outbreak in Germany. *N. Engl. J. Med.* V. 365, p. 1771–1780. 2011.

FURTADO, C. Pequena Introdução ao Desenvolvimento: enfoque interdisciplinar. São Paulo: Ed. Nacional, 1980.

GUEDES, Jhonatan. Análise Qualitativa das Praias Urbanas de Maceió, Alagoas, Trecho Pontal da Barra a Cruz das Almas. Monografia (especialização). Instituto de

Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. Outubro, 2010.

Hagler, A. N. & Hagler, L. C. S. M. in Roitman, I.; Travassos, L. R. & Azevedo, J. L. Indicadores microbiológicos de qualidade sanitária. Tratado de Microbiologia – v. 1, p. 88- 96, São Paulo, 1988.

LIMA, R. N. S. Ribeiro, C. B. M. BARBOSA, C. C. F. FILHO, O. C. R. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 21, n. 1, p. 139-150, 2016.

MICKLIN, Michael. The Ecological Transition in Latin American and the Caribbean: theoretical issues and empirical patterns. Population and Deforestation in the Humid Tropics. Liège, IUSSP, 1999.

MSD. Infecções por *Escherichia coli*. Disponível em:

<[http://www.msmanuals.com/pt-](http://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas/infec%C3%A7%C3%B5es-por-escherichia-coli)

[br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-](http://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas/infec%C3%A7%C3%B5es-por-escherichia-coli)

[bacterianas/infec%C3%A7%C3%B5es-por-escherichia-coli](http://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas/infec%C3%A7%C3%B5es-por-escherichia-coli)>. Acesso em: 30 out. 2017.

OJIMA, R. A produção e o consumo do espaço nas aglomerações urbanas brasileiras: desafios para uma urbanização sustentável. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2006.

PAIVA, L. G. G. SANTOS, J. L. dos. FREITAS, L. C. B. VERÍSSIMO, C. U. V. VASCONCELOS, S. M. S. Análise Espaço-Temporal do Uso e da Ocupação Associada à Impermeabilização do Solo na Microbacia do Rio Granjeiro, CE. Revista de Geologia. v. 30, n. 1, p. 95-114, 2017.

PIMENTEL, D. *et al.* Ecology of Increasing Disease: population growth and environmental degradation. *BioScience* v. 48, n. 10, p. 817-826, 1998.

PIMENTEL, IMC.; CALLADO, N.H.; PEDROSA, V.A. A Drenagem Urbana e a Balneabilidade das Praias de Maceió, AL. 2005. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/DrenagemUrbanaBalneabilidade.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.

ROCHE JK. CABEL, A. SEVILLEJA, J. NATARO, J. GUERRANT, R. L. Enteroaggregative *Escherichia coli* (EAEC) impairs growth while malnutrition worsens EAEC infection: a novel murine model of the infection malnutrition cycle. *The Journal of Infectious Diseases*. v. 202, n. 4, p. 506–514, 2010.

ROCKWELL, Richard C. *Cities and Global Environmental Changes*. 1999.

RODRIGUES-ALGELES, G. Principales Características y Diagnóstico de los Grupos Patógenos de *Escherichia coli*. *Salud Pública de México*, v. 44, n. 5, p. 464-475, 2002.

SÃO PAULO. Balneabilidade. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/praias/balneabilidade/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SCALETISKY, I. C. A. FABRICOTTI, S. H. CARVALHO, R. L. B. NUNES, C. R. MARANHÃO, H. S. MORAIS, M. B. FAGUNDES-NETO, U. Diffusely Adherent *Escherichia coli* as a Cause of Acute Diarrhea in Young Children in Northeast Brazil: a Case-Control Study. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 40, n. 2, p. 645-648, 2001.

SHIKANGALAH, R. N., JELTSCH, F., BLAUM, N., MUELLER, E. N. A Review on Urban Water Erosion. *Journal for Studies in Humanities and Social Sciences*. v. 5, n. 1, p. 163-178, 2016.

Steiner TS, Lima AA, Nataro JP, Guerrant RL. 1998. Enteroaggregative *Escherichia coli* produce intestinal inflammation and growth impairment and cause interleukin-8 release from intestinal epithelial cells. *The Journal of Infectious Diseases*. v. 177, n. 1, p. 88–96, 1998.

VIEIRA, R. H. S. F.; NASCIMENTO, S. C. O. N.; MENEZES, F. G. R.; NASCIMENTO, S. M. M.; LUCENA, L. H. L. Influência das Águas das Galerias Pluviais como Fator de Poluição Costeira, Fortaleza, Ceará. *Arquivos de Ciência do Mar*. v. 36, p. 123-127, 2003.