

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA PRAIA DO ARAÇAGI - SÃO LUÍS –MA, BRASIL

MICROBIOLOGICAL WATER QUALITY OF ARAÇAGI BEACH – SÃO LUÍS -MA, BRAZIL

LUANA TAYNARA FERREIRA¹, VANESSA MARIA DRUMONT ALMEIDA¹, FHLIPE THIAGO NASCIMENTO SOUSA¹, LUIS GUSTAVO SANTOS RAMOS¹, DINAURA MARAMALDO CRUZ^{2*}

1. Acadêmico do curso de Biomedicina do Centro Universitário Estácio de São Luís; 2. Docente do curso Biomedicina do Centro Universitário Estácio de São Luís.

Rua Pedra do Sol/ bairro do Caratatiua n° 16 B, São Luís, Maranhão, Brasil. CEP: 65037-360. vanedrumont9@gmail.com

Recebido em 04/04/2021. Aceito para publicação em 11/06/2021

RESUMO

O trabalho teve como objetivo verificar a qualidade microbiológica da água da praia do Araçagi, São Luís-MA, quantificando a presença de coliformes totais, *Escherichia coli*, enterobactérias, potencial hidrogeniônico (pH), e comparando os resultados com as normativas de balneabilidade. As amostras foram colhidas uma vez por semana, obtendo-se quatro grupos de seis, abrangendo pontos elegidos em horários predefinidos. Foram encaminhadas ao laboratório da UFMA, onde analisou-se Coliformes Totais e *E. coli* através do Método do Substrato Definido (Colilert®) e *Enterococcus* pelo Método do Substrato Definido (Enterolert®), o pH das amostras foi medido com pHmetro com compensador de temperatura, no trabalho seguem os resultados obtidos. Concluiu-se que 87,5% das análises demonstraram contaminação superior a permitida, classificando-as como impróprias para recreação e apenas 12,5% estavam nos limites toleráveis de contaminação aprovados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

PALAVRAS-CHAVE: Balneabilidade. Praia do Araçagi. *Escherichia coli*. *Enterococcus*.

ABSTRACT

The work aimed to verify the microbiological water quality of Araçagi beach, São Luís-MA, quantifying the presence of the total coliforms, *Escherichia coli*, enterobacteria, hydrogen potential (pH), and comparing the results with the standards of bathing. The samples were taken once a week, obtaining four groups of six, covering points chosen at predefined times. They were sent to the UFMA laboratory, where Total Coliforms and *E. coli* were analyzed using the Defined Substrate Method (Colilert®) and *Enterococcus* using the Defined Substrate Method (Enterolert®), the pH of the samples was measured with a pH meter with temperature, at work follows the results obtained. It was concluded that 87.5% of the analyzes showed contamination higher than allowed, classifying them as unfit for recreation and only 12.5% were within the tolerable limits of contamination approved by Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

KEYWORDS: Bathing water quality. Araçagi beach. *Escherichia Coli*. *Enterococcus*.

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem natural valioso e insubstituível. O acesso a uma fonte de água potável suficiente e segura é o requisito essencial para a sobrevivência, bem-estar e desenvolvimento socioeconômico da humanidade (RIOS, 2009).

No cenário mundial a preocupação com ambiente se torna pertinente cada dia mais, por sua vez o Brasil ainda enfrenta problemas básicos com o saneamento ambiental e todas as suas consequências para a saúde, economia e bem-estar da população (ADDAS, 1998; COSTA, 1994). A falta de saneamento constitui um dos mais sérios problemas ambientais e de saúde pública, principalmente nas áreas urbanas de países em desenvolvimento. Em decorrência do rápido e intenso crescimento populacional desses países, presume-se que o número dos indivíduos não abastecidos por água potável e sem infraestrutura de esgotamento sanitário tende a crescer e não a diminuir (GOUVEIA, 1999).

No território nacional há uma quantidade de água considerável, cerca de 12% do total existente no planeta, porém a sociedade não a utiliza de forma consciente. Desperdício, crescimento demográfico, poluição, exploração, desmatamento são fatores que intensificam a redução em quantidade deste recurso e, além disso, interferem na qualidade da mesma (MARTINS et al, 2017).

O ecossistema marinho tem grande importância para a sociedade em virtude de suas possíveis aplicabilidades. Assim, a qualidade da água deste ambiente é fundamental para que seus usos não acarretem prejuízos à saúde da população que a frequenta (OLIVEIRA, 2009).

O impacto ambiental gerado pelo aumento populacional nas regiões costeiras, pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante da atividade humana que, direta ou indiretamente, afeta a saúde, as atividades sócias e econômicas, a biota, as condições estéticas a segurança e o bem-estar da

população (CONAMA nº 01 de 23/01/86).

Além da ação humana direta sobre o meio natural, existe a presença dos chamados elementos antrópicos, como as construções e dejetos humanos, que atuam como agentes de degradação e modificação do meio. Entre os diversos poluentes, os esgotos domésticos que são lançados no ambiente costeiro sem tratamento adequado, se tornam a principal fonte de contaminação e comprometem totalmente a qualidade deste recurso hídrico (CETESB, 2007).

A utilização dos recursos hídricos para fins de recreação tem apresentado crescente importância social e econômica ao longo dos últimos anos, devido, especialmente à busca pelo desenvolvimento de atividades de lazer em contato com o meio natural, de forma a contrapor o modo de vida em ambiente urbanizado (LOPES & MAGALHÃES JR, 2010).

Vieira (2000) estudando a poluição de algumas praias brasileiras observou que as cidades litorâneas no Brasil despejam seus detritos no mar sem um tratamento adequado, poluindo as mesmas e atuando assim, diretamente no grau de balneabilidade destas águas.

A balneabilidade é um indicador da qualidade das águas destinadas a atividades recreacionais de contato primário e de longa exposição, ou seja, aquelas com grande possibilidade de ingestão de água, como por exemplo, banho, natação e outras atividades esportivas. A avaliação da balneabilidade das praias garante que estas atividades possam ser praticadas sem danos à saúde humana (POND, 2005; WHO, 2003).

A avaliação da quantidade e frequência de indicadores microbiológicos, como bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes (sendo a *Escherichia coli* sua principal representante) e *Enterococcus*, presentes na água é um dos principais métodos de avaliação da balneabilidade, sendo importante considerar as variações temporais e espaciais destes coliformes (WHO, 2003).

A legislação em vigor que regulamenta a avaliação da qualidade sanitária das águas para balneabilidade é a Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Esta Resolução propõe a avaliação da condição de balneabilidade das praias pela medição das concentrações de um ou mais organismos indicadores presentes nos dejetos humanos, ou de animais de sangue quente, e estes números são empregados na classificação do meio como próprio ou impróprio para balneabilidade.

Dentre os riscos de contaminação está o contato com água contaminada em áreas de recreação, que geralmente contêm uma mistura de microrganismos patogênicos e não-patogênicos (ALVES, 2007). Entre os microrganismos patogênicos, de acordo com OPAS (2016), as bactérias do grupo coliformes e *Enterococcus* são os principais indicadores de contaminação fecal e os principais causadores de gastroenterites. Estes são organismos resistentes que podem crescer em presença de 6,5% de NaCl,

temperatura de 10 e 40°C e em pH 9,6 (LEVINSON & JAWETZ, 2005). Segundo Schaechter et al. (2002) fazem parte da flora normal do trato gastrointestinal e do trato genitourinário; e têm sido sugeridos como úteis para indicar o risco de gastroenterites em águas recreacionais e são recomendados como padrão de qualidade para essas águas (MAIER et al., 2000).

Segundo OMS (2003, apud PINTO, 2010, p. 25), este tipo de poluição, com a presença de coliformes termotolerantes, pode ocasionar uma série de problemas de saúde para o ser humano, como gastroenterite, dermatoses, otites, conjuntivites etc. De acordo com CETESB (2012), os banhistas expostos às águas contaminadas por esgoto doméstico podem ser contaminados por vírus, bactérias, protozoários, entre outros microrganismos. A grande parte das doenças contraídas nestes ambientes não são graves, sendo que das 18 comum a mais frequente é a gastroenterite, ocasionando náusea, diarreia, dor de cabeça e febre.

Para Santos (2009) e Silva et al. (2008), a cidade de São Luís (MA) litoral nordeste brasileiro, possui uma estrutura de saneamento básico com baixa porcentagem de tratamento de efluentes e que atende pequena parcela da população local. A contaminação do mar que pode acontecer em consequência de despejo direto de esgoto, água de drenagem pluvial já contaminada clandestinamente e por lançamento de esgoto ou de deságue de rios contaminados pelas formas anteriormente citadas, explica as fortes evidências de que o ambiente marinho está susceptível à existência de FIB (Fecal Indicator Bacteria) e, conseqüentemente, de patógenos.

No município de São José de Ribamar, norte da ilha de Upaon-Açu, na Região Metropolitana de São Luís, no estado do Maranhão, encontra-se a praia do Araçagi, uma das praias mais visitadas da região, que na maré baixa, há formação de piscinas naturais.

Atualmente um dos maiores problemas enfrentados referentes a poluição na Praia do Araçagi é o transporte irregular de carros nas areias da praia, devido sua alta circulação, muitos dejetos são jogados nas areias, e levados pela maré. Visando esta problemática lei foram criadas e implantadas para impedir tal circulação de veículos, contudo, o tráfego de automóveis na região do Araçagi ainda é grande. Outro problema encontrado na região é a precariedade de sua estrutura de saneamento e o fato de atender apenas uma pequena parcela da população, por consequência, na maioria das vezes o despejo do esgoto doméstico é realizado diretamente na rede de drenagem e destas tende a deslocar-se para o mar, influenciando diretamente na balneabilidade destas águas.

Tendo em vista os riscos oferecidos à saúde da população que utiliza os recursos hídricos dessa região, o presente estudo teve como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias da água de uma das praias mais frequentadas no município de São José de Ribamar, a praia do Araçagi. Buscando analisar o índice de balneabilidade, quantificar a presença de coliformes totais, *Escherichia coli*, *Enterococcus* e pH, e comparar os resultados obtidos com as normativas de balneabilidade de águas recreacionais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo descritivo, quantitativo, de corte transversal, do tipo observacional e experimental.

Local e período do estudo

O presente estudo foi realizado na praia do Araçagi (figura 1), no município de São José de Ribamar, Estado do Maranhão, no período de setembro a outubro de 2020. Este situa-se na ilha de Upaon-Açu, cuja principal cidade é a capital do Maranhão, que localiza-se entre a Baía de São Marcos e a Baía de São José, dois grandes sistemas estuarinos, na região central do Golfão Maranhense. As duas baías são interligadas pelos canais do Estreito dos Mosquitos e estreito dos Coqueiros.

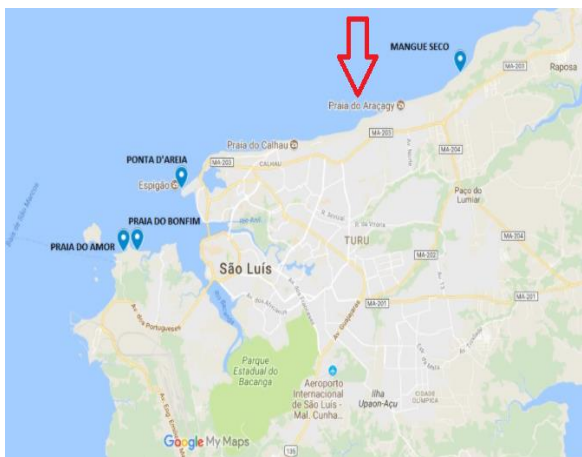


Figura 1 – Mapa da Praia do Araçagi, São Luís-MA, 2020.
Fonte: Adaptado do Jornal Imparcial, MA.

A grande São Luís, composta por quatro municípios (São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa) possui 32 km de praias, ocupando a praia do Araçagi 1,5 km dessa extensão. Localizada no município de São José de Ribamar, é considerada uma das praias mais limpas da ilha, com ondas fortes e altas. O complexo litorâneo representa uma enorme influência econômica pelo fator turístico proporcionado pelo acervo histórico patrimonial de São Luís, atraindo visitantes de diversas localidades durante todos os períodos do ano.

O clima da região é quente e úmido, com maior índice de chuvas no período de dezembro a maio. Nos meses de junho a novembro instala-se o período de estiagem. Levando em consideração tais dados, as amostras foram coletadas nos meses sem interferência das chuvas.

Amostra do estudo – Amostragem

Utilizou-se como critério de inclusão amostras do estudo, a geografia da área, a frequência de público

banhista e os possíveis riscos de contaminação bacteriológica, aqui descritos como presença de bares e veículos na faixa de areia, fluência de banhistas, animais e pela existência de córregos em toda a extensão da praia.

Partindo-se dos critérios foram elegíveis 6 (seis) pontos de coletas; conforme representado na figura 2.

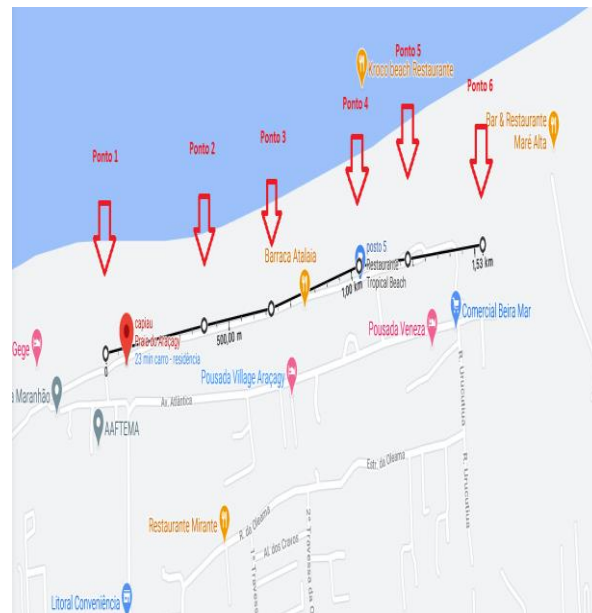


Figura 2 - Representação dos pontos de coleta de amostras da água do mar na Praia do Araçagi, São José de Ribamar – MA, no período de setembro a outubro de 2020.

Fonte: Adaptado Google Maps.

Legenda: **Ponto 01:** descida principal; **Ponto 02:** em frente ao bar Capiá, **Ponto 03:** em frente ao bar Ponto X; **Ponto 04:** em frente ao bar Tropical Beach; **Ponto 05:** em frente ao bar Kroco Beach; **Ponto 06:** canal

As coletas das amostras foram realizadas uma vez por semana e organizou-se em quatro grupos de seis, abrangendo os pontos elegíveis em horários predefinidos. As amostras dos grupos 1 e 2 foram coletadas no período da manhã, entre às 9:30h e às 10:30h. As amostras do grupo 3 e 4 foram coletadas no período da tarde, entre às 15:30h e às 16:30h. Desta forma intercalou-se entre maré alta e maré baixa na seguinte ordem: grupo 1 – maré alta (manhã); grupo 2 – maré baixa (manhã); grupo 3 – maré alta (tarde); e grupo 4 – maré baixa (tarde). O nível da água no momento das coletas estava a uma altura de aproximadamente 70 cm.

Utilizou-se frascos de plástico de boca larga com capacidade de 250mL, esterilizados em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos, e devidamente identificados. Quanto a realização da coleta, mergulhou-se os frascos na água verticalmente até que estivessem completamente cheios. Em seguida, tampou-se e guardou-se em caixa isotérmica.

Após a realização das coletas, as amostras foram

encaminhadas ao laboratório de Microbiologia do Programa de Controle de Qualidade de Água e Alimentos da Universidade Federal do Maranhão



(PCQA – UFMA) (Figura 3).

Figura 2 – Amostras das águas coletadas nos seis pontos da praia do Araçagi, São Luís-MA, 2020. **Fonte:** O autor (2020).

Das análises

Utilizou-se como parâmetros de análise a pesquisa de Coliformes Totais, *Escherichia Coli* (E.C), *Enterococcus* e o potencial hidrogeniônico (pH).

Determinação Potencial Hidrogeniônico (pH)

A metodologia utilizada para verificação do pH foi retirada do livro Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição, Instituto Adolfo Lutz (2008). Como materiais, utilizou-se o pHmetro com compensador de temperatura, béqueres de 50 e 150mL e pisseta de 250mL com água destilada.

Lavou-se o eletrodo de vidro com água destilada. Secou-se delicadamente com papel absorvente fino. Colocou-se o eletrodo na solução-tampão de fosfato (béquer de 50mL). Leu-se a temperatura da solução e verificou-se o pH do tampão para esta temperatura. Retirou-se o eletrodo da solução e lavou-se com água destilada. Verificou-se a linearidade do eletrodo com o segundo tampão.

Para efeito de ajuste de aparelhagem, escolheu-se o tampão de biftalato quando as amostras apresentaram pH < 7 e tampão borato quando apresentaram pH > 7. As amostras não requerem nenhuma preparação especial. Transferiu-se 50mL de amostra para um

béquer de 100mL. Lavou-se o eletrodo e compensador de temperatura com água destilada (figura 4 A e B), secou-se suavemente e colocou-os dentro de béquer com a amostra. Esperou-se a leitura ficar constante e anotou-se o valor do pH da amostra.

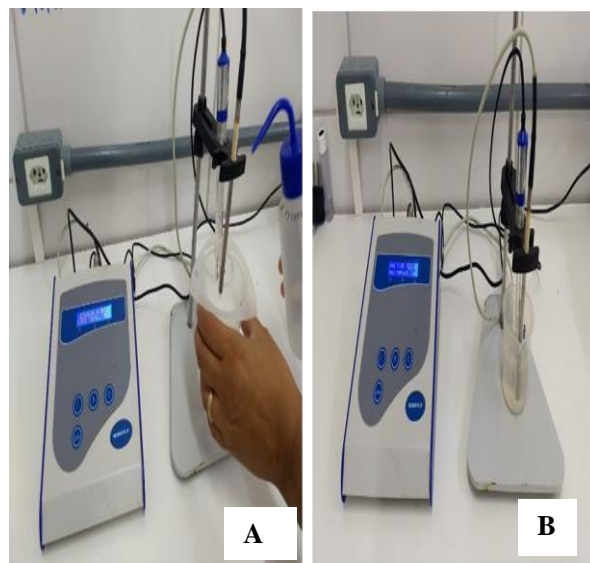


Figura 4 – Lavagem do eletrodo e compensador de temperatura com água destilada

Fonte: O autor (2020).

Legenda: A – lavagem do eletrodo; B - Leitura para determinar o pH.

Análise de Coliformes Totais e *Escherichia Coli* – Método do Substrato Definido (Colilert)

Para detectar simultaneamente Coliformes Totais e *Escherichia Coli* utilizou-se do Método do Substrato Definido (Colilert®); este fundamenta-se na presença de dois indicadores nutrientes (ONPG e MUG) como as principais fontes de carbono que podem ser metabolizados pela enzima dos coliformes, β -galactosidase, e pela enzima da *E. coli*, β -glucuronidase, respectivamente. Na medida em que os coliformes crescem eles utilizam a enzima β -galactosidase para metabolizar o indicador ONPG e mudam sua coloração de incolor para amarelo. Por sua vez, a *Escherichia Coli* utiliza a β -glucuronidase para metabolizar o indicador MUG e criar fluorescência. Tendo em vista que a maioria dos coliformes não possui essas enzimas, eles são incapazes de crescer e interferir. Os poucos que possuem são seletivamente suprimidos pela matriz especificamente formulada no teste.

Para procedimento em meio estéril, retirou-se uma alíquota de 100mL da amostra coletada, transferindo-a para um frasco de vidro de 250mL, esterilizado e identificado. Em seguida adicionou-se uma ampola do substrato no mesmo frasco e homogeneizou-se até a total dissolução do reagente (Figura 5).



Figura 5 - Procedimento de preparo das amostras da praia do Araçagi com reagente Colilert em frascos de vidro.

Fonte: O autor (2020).

Transferiu-se a mistura homogeneizada a uma cartela Quanti-Tray®/2000, selando-a em uma seladora específica Quanti-Tray Sealer Model 2x IDEXX, conforme figura 5 (A e B). Em seguida levou-se as cartelas à incubadora por 24 horas a uma temperatura de 37°C (Figura 6 e Figura 7).



Figura 6 - Procedimento de análise com uso da cartela Quanti-Tray e selagem no Quanti-Tray Sealer Model.

Fonte: O autor (2020).

Legenda: A: transferência para cartela; B: processo de selagem da cartela.



Figura 7 - Demonstração da disposição das cartelas em Incubadora 502 – Fanem.

Fonte: O autor (2020).

Análise da Enterococcus – Método do Substrato Definido (Enterolert)

Para análise das amostras foi utilizado o Método do Substrato Definido (Enterolert®), com o objetivo de detectar a presença de *Enterococcus*. Segundo o fabricante do reagente, IDEXX Laboratories, nesse tipo de análise, o substrato Enterolert é utilizado como indicador para detecção da bactéria. Este indicador de nutrientes fluoresce quando metabolizado pela *Enterococcus*.

A metodologia utilizada foi a mesma aplicada no Colilert. Em meio estéril, retirou-se uma alíquota de 100mL da amostra coletada, transferindo-a para um frasco de vidro de 250mL, esterilizado e identificado. Após, depositou-se uma ampola do substrato no mesmo frasco e homogeneizou-se até a total dissolução do reagente.

Transferiu-se a mistura homogeneizada a uma cartela Quanti-Tray®/2000, selando-a em uma seladora específica Quanti-Tray Sealer Model 2x IDEXX. Por fim, levou-se as cartelas à incubadora por 24 horas a uma temperatura de 37°C.

Leitura das cartelas Quanti-Tray®/2000

A contagem do resultado na cartela Quanti-Tray®/2000 é feita com base nos poços grandes e pequenos contaminados. Cada poço que assumiu a coloração amarelada foi positiva para coliformes totais, logo foi feita a contagem desses poços e fez-se a relação com o resultado preestabelecido em uma tabela padronizada. O mesmo foi feito para a contagem de *E. coli* e *Enterococcus*, observou-se os poços que geraram fluorescência ao passarem por lâmpada UV e fez-se a contagem relacionando à numeração dada na tabela.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisou-se 24 amostras coletadas no período de 18 de setembro a 12 de outubro, em um total de 6 amostras em cada ponto definido na pesquisa por dia.

Determinação de pH

Na determinação da concentração do pH das 24 amostras detectou-se, em média, um índice de concentração igual a 7,85. No terceiro dia de coleta verificou-se uma média de 8,20, sendo considerado o dia com os maiores valores de concentração. No segundo e no quarto dia de coleta, o ponto 6 (Canal) apresentou-se como o local onde foram encontrados os menores índices, como demonstrado figura 8, possuindo uma concentração de pH igual a 6,65 e 6,78, respectivamente. Considerando todos os dias de análises, os pontos de coleta 1, 3, 4 e 5 apresentaram concentração média de pH igual 8,0, enquanto nos pontos 2 e 6 obteve-se média 7,9 e 7,1 respectivamente.

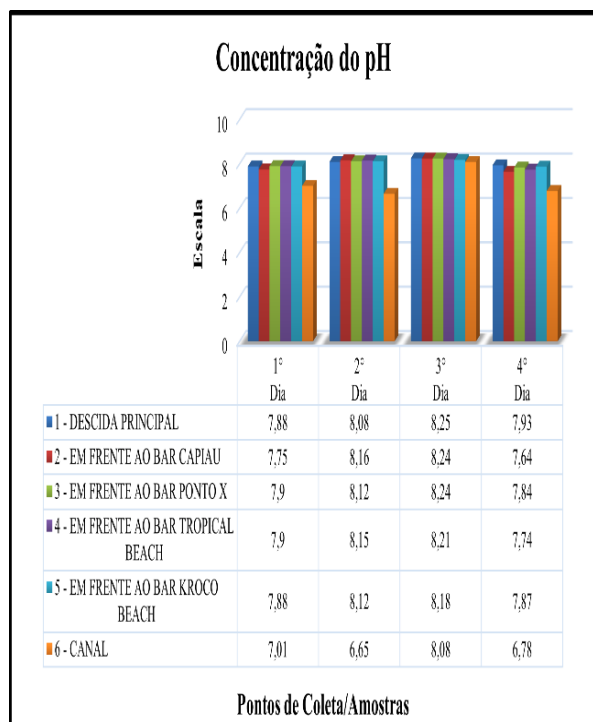


Figura 8 - Demonstração do pH das amostras da praia do Araçagi, São Luís-MA, no período de setembro a outubro de 2020. **Fonte:** O autor (2020).

Nota: A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que o valor padrão para pH de águas salinas pode variar entre 6,5 e 8,5.

Resolução CONAMA nº 357/05, que prevê variação entre 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade, estando os valores entre 6,65 e 8,25. Os Valores achados neste estudo mostram-se semelhantes aos de Brás *et al.* (1999) cuja variação foi entre 6 e 8, quando esses avaliavam as condições de balneabilidade do litoral paranaense, e pelo INMETRO (2005), quando em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renovável-IBAMA desenvolveu estudos para avaliar as condições de balneabilidade das praias do litoral brasileiro, encontrando pH na faixa de 7 a 8,2.

A importância da manutenção do pH das águas do mar dentro da variação preconizada pelo CONAMA (2001), afastam os riscos relacionados ao aparecimento de irritações dermatológicas que acometem os banhistas, além de não influenciar nas condições de desenvolvimento e sobrevivência dos microrganismos patogênicos.

No geral as bactérias podem crescer em pH variando de 4 a 9, dependendo de sua espécie. Mas segundo Soares e Maia (1999) para a maioria das bactérias o pH ótimo para desenvolvimento oscila entre 6,5 e 7,5. O que conflita com as normativas de pH para águas balneáveis, pois esse valor se encaixa dentro do padrão de 6,5 a 8,5. Todavia, mesmo o pH encontrando-se propício para o crescimento bacteriano, ele não demonstrou influência direta na contaminação da água.

Determinação de Coliformes Totais

Quanto da análise de Coliformes Totais observou-se que a média no 1º dia considerando os 6 pontos de coleta, foi de 959,48 NPM/100mL e que nos pontos 2 e 6 encontram-se os maiores resultados, de 980,4 NPM/100mL e 1732,9 NPM/100mL respectivamente. No 2º e no 3º dia, as médias simples encontradas foram de 795,83 NPM/100mL e 1944,5 NPM/100mL, respectivamente. Já no 4º dia, a média simples encontrada foi de >2419,6 NPM/100mL, com todos os pontos ultrapassando o valor detectável pelo kit utilizado nas análises.

Quanto da análise de Coliformes Totais observou-se que a média no 1º dia considerando os 6 pontos de coleta, foi de 959,48 NPM/100mL e que nos pontos 2 e 6 encontram-se os maiores resultados, de 980,4 NPM/100mL e 1732,9 NPM/100mL respectivamente. No 2º e no 3º dia, as médias simples encontradas foram de 795,83 NPM/100mL e 1944,5 NPM/100mL, respectivamente. Já no 4º dia, a média simples encontrada foi de >2419,6 NPM/100mL, com todos os pontos ultrapassando o valor detectável pelo kit utilizado nas análises (Figura 9).

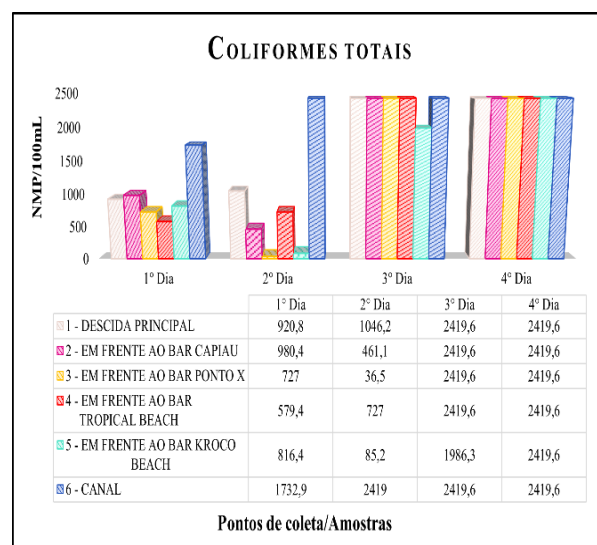


Figura 9 - Demonstração de Coliformes Totais em NPM/100mL encontrados nas amostras da praia do Araçagi, São Luís-MA, no período de setembro a outubro de 2020. **Fonte:** Do autor (2020).

Nota: A Resolução CONAMA nº20/86 já revogada, estabelecia como impróprios valores superiores a 5.000 em mais de 20% do tempo.

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos, e a sua presença e número são indicativas da qualidade higiênico-sanitária de um produto. Em condições normais, os coliformes não são, por si só, patogênicos, porém algumas linhagens ou a proliferação destes microrganismos podem causar diarreia e infecções urinárias (JAWETZ, 2000; SILVA, 2001).

A Resolução CONAMA nº20/86 que dissertava sobre os parâmetros de balneabilidade, estabeleceu

índices para a pesquisa de coliformes totais, entretanto a mesmo foi revogada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e agora não dispõe mais como um critério a análise de coliformes. Em contrapartida, o Método do Substrato Definido (Colilert), utilizado na metodologia do presente estudo, detecta a presença de coliformes totais, por essa razão foi decidido apresentar esses dados como um conhecimento adicional para a pesquisa.

Em um estudo efetivado por Souza, J. e Silva, I. (2015), na praia da Barra Grande, Salvador-BA, nos períodos de alta estação, foi realizada pesquisa de coliformes totais e foram constatados altas concentrações de coliformes totais, classificando a praia como imprópria para banho.

Todavia os coliformes termotolerantes são designados como subgrupo dos coliformes totais, (BRASIL, 2005); e a *Escherichia coli* é predominante entre os diversos organismos anaeróbios facultativos que fazem parte da microbiota intestinal de animais de sangue quente (NATARO & KAPER, 1998); sua presença no meio marinho pode ser devida à contaminação microbiana de origem fecal, portanto é indicadora de condições sanitárias inadequadas (KASNOWSKI, 2004).

Determinação de *Enterococcus* e *Escherichia coli*

Representa-se na figura 10 a concentração média de *Enterococcus* e *E. coli* nos dias de coleta por ponto amostral, com frequência de contaminação para *Enterococcus* nos pontos 1, 3, 4,5 e 6.

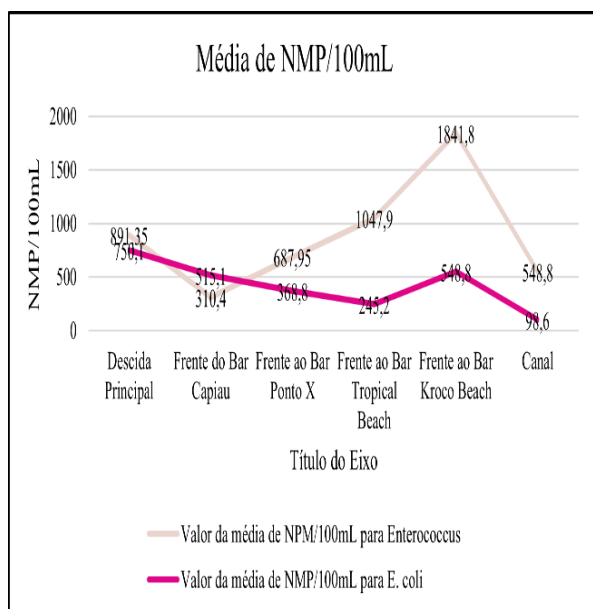


Figura 10 - Concentração média de *Enterococcus* e *E. coli* amostral para cada ponto da Praia do Araçagi, São Luís-MA, no período de setembro a outubro de 2020.

Fonte: O autor (2020).

Nota: Limite de *Escherichia coli* NMP/100mL: Superior a 2000 na última amostragem é considerado impróprio. Limite de *Enterococcus* NMP/100mL: Superior a 400 na última amostragem é considerado insatisfatório.

Demonstra-se na tabela 1 que nos ensaios analíticos no período de 18 de setembro a 12 de outubro de 2020 os resultados variaram de 10,7 a >2419,6 NMP/100 mL para *Escherichia coli* e de 23,0 a >2419,6 NMP/100mL para *Enterococcus*. Na determinação de *Escherichia coli* quanto aos pontos a menor concentração foi no 2º dia nos pontos 3 (10,7 NMP/100mL), 6 (29,0 NMP/100mL), 2 (49,9 NMP/100mL) e 5 (50,5 NMP/100mL); de forma semelhante o ponto 6 no 4º dia (45,7NMP/100mL). No 3º dia, observou-se em todos os pontos o valor mínimo de 1203,3 NMP/100mL e máximo de >2419,6 NMP/100mL. Observou-se ainda que para *Enterococcus* no 1º dia 83,4% das amostras (pontos 1, 2, 3, 5 e 6) apresentam valores médio de 816,6 NMP/100mL cujo maior valor encontrado foi de >2419,6NMP/100mL no ponto 6. No 3º dia todas os pontos obtiveram índices acima de 2419,6NMP/100mL. No 2º dia e no 4º dia somente no ponto 6 foram detectados os menores valores, respectivamente 69,7 NMP/100mL e 23,0 NMP/100mL.

Tabela 1 - Demonstração do NMP/100mL de *Escherichia coli* e *Enterococcus* encontrados nas amostras da praia do Araçagi, São Luís-MA, no período de setembro a outubro de 2020.

Pontos de coleta	NMP/100ml de	Dias de coleta			
		1º (18 set)	2º (26 set)	3º (05/out)	4º (12 out)
1. Descida Principal	<i>Enterococcus</i>	> 2419,6	1203,3	>2419,6	579,4
	<i>Escherichia coli</i>	920,8	579,4	>2419,6	>2419,6
2. Frente do Bar Capiau	<i>Enterococcus</i>	517,2	>2419,6	>2419,6	103,6
	<i>Escherichia coli</i>	980,4	49,9	>2419,6	>2419,6
3. Frente ao Bar Ponto X	<i>Enterococcus</i>	>1299,7	1203,3	>2419,6	172,6
	<i>Escherichia coli</i>	727	10,7	>2419,6	>2419,6
4. Frente ao Bar Tropical Beach	<i>Enterococcus</i>	290,9	1732,9	>2419,6	1119,9
	<i>Escherichia coli</i>	488,4	102,0	>2419,6	>2419,6
5. Frente ao Bar Kroco Beach	<i>Enterococcus</i>	1119,9	1986,0	>2419,6	2419,6
	<i>Escherichia coli</i>	686,7	50,5	1203,3	>2419,6
6. Canal	<i>Enterococcus</i>	>2419,6	69,7	1553,1	23,8
	<i>Escherichia coli</i>	221,1	29,0	>2419,6	45,7

Fonte: O autor (2020). Nota: Limite de *Escherichia coli* NMP/100mL: Superior a 2000 na última amostragem é considerado impróprio. Limite de *Enterococcus* NMP/100mL: Superior a 400 na última amostragem é considerado insatisfatório.

Comparando com os resultados encontrados por Silva et al (2008), que relataram valores onde 80% das amostragens de ambas as praias do Olho d’água e Araçagi estavam abaixo de 400 NMP/100mL, pode-se estimar que houve um aumento significativo nos índices de poluição por *Enterococcus*, pois dos resultados encontrados nesta pesquisa, obteve-se valores onde quase 80% das amostras ficaram acima de 400 NMP/100mL.

Altas densidades de *Enterococcus* em águas

marinhas revelam um elevado índice de contaminação por esgotos, em razão disso a saúde dos banhistas pode ser colocada em risco, com consequências que podem variar de acordo com o grau de exposição e de imunidade do indivíduo.

A preocupação com os altos índices de *Enterococcus* justifica-se do ponto de vista da saúde pública, pois estes possuem associação direta com vários sintomas apresentados pelos banhistas após o contato, tais como: febre, “rash” cutâneo, náusea, diarreia, dor de estômago, tosse e nariz escorrendo (PRÜSS, 1998).

A *E. coli* é um dos patógenos de maior importância para constatar contaminação por esgotos. Entretanto, à semelhança das demais bactérias, ela necessita de condições favoráveis para seu desenvolvimento. A água do mar, devido a alta concentração de sais, pode atuar como fator limitante para a sua multiplicação, aliado a outros fatores como temperatura, radiação e competição com outros microrganismos (VIEIRA et al., 2001).

De acordo com Vieira, R. e Vasconcelos, R. (2005) em um estudo realizado na água da praia de Meireles, Fortaleza-CE, os valores para *E. coli* variaram entre < 1,8 a 10.000 NMP/100mL confirmando sua imprópriedade em 3 semanas. Na sua pesquisa, Vieira constatou que no local de estudo havia ausência de poluentes, entretanto na sua análise notou um elevado índice de contaminação. Em contrapartida, neste estudo o local escolhido apresentou-se com alto grau de poluição, contudo as análises apontaram valores menores que os encontrados em Fortaleza-CE.

Quando buscou-se analisar a frequência por dia de amostras que apresentaram índices abaixo dos limites de referência para critérios em que as águas seriam consideradas impróprias, identificou-se que das 24 amostras coletadas 100% delas mostraram-se abaixo do limite nos dias 1 e 2 para *E. coli* e 17% no dia 3; os dias 3 e 4 apresentaram frequência de 33% e 50% de índices abaixo dos limites para *Enterococcus*. Ressalta-se que nos dias 2 e 4 obteve-se frequência de 16,6% para *Enterococcus* e *E. coli*, enquanto os dias 3 e 4 apresentaram índices negativos para *Enterococcus* (figura 11).

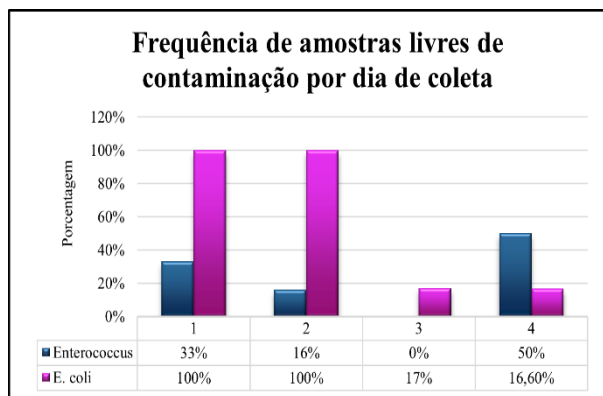


Figura 11 - Frequência de amostras considerada satisfatória para *Enterococcus* e *E. coli* por dia de coleta na Praia do Araçagi, São Luís-MA, no período de setembro a outubro de 2020. **Fonte:** Do autor (2020).

Nas áreas que são consideradas como impróprias, alguns cuidados devem ser tomados como: não tomar banho nessas áreas, evitar o contato com os cursos d’água que afluem às praias, evitar frequentar praias que recebem cursos de água das quais a qualidade é desconhecida, caso entre na água, evitar a ingestão dessa água contaminada, e não levar animais às praias consideradas impróprias. A forma de poluição das águas mais significativa, em relação ao nível de contaminação, é derivada dos esgotos domésticos. Estes possuem uma alta carga de coliformes totais e termotolerantes, os quais são os indicadores mais utilizados para avaliar a balneabilidade das águas marinhas (CETESB, 2004).

Considerando-se os resultados referente a *Enterococcus* e *Escherichia coli*, relacionando-os com os critérios da Resolução CONAMA nº 274 do ano de 2000, demonstra-se na figura 12 o índice de balneabilidade através das variáveis satisfatória e insatisfatória no qual os *Enterococcus* destacam-se com frequência de 79,16% como insatisfatório e para *E. coli* 58,34% das amostras foram satisfatórias.

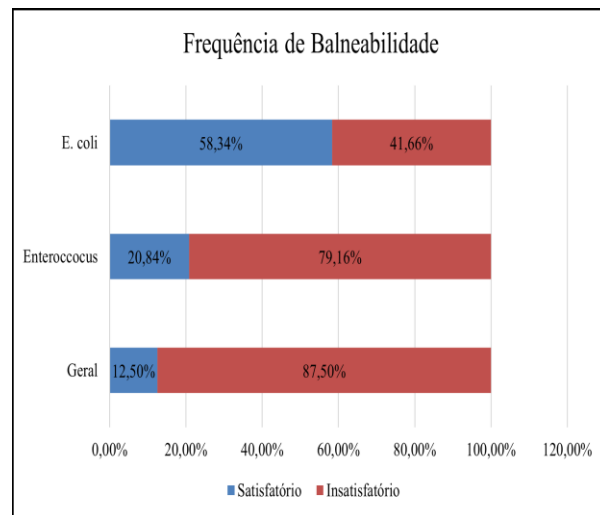


Figura 12 - Porcentagem obtida para os valores satisfatórios e insatisfatórios de cada determinante de balneabilidade.

Fonte: Do autor (2020).

Durante a pesquisa foram apontadas informações no ato da coleta das amostras, onde se constatou: presença de materiais inorgânicos suspensos na água (sacolas, copos plásticos, garrafas etc). A água apresentava-se com a coloração verde acinzentado, com pouca agitação, pequenas ondas e ausência de chuvas. Também é possível detectar a presença de um córrego que sai de uma tubulação e despeja água de origem desconhecida que desce da areia até o mar, ele fica próximo do ponto 1 e é uma das especulações aos altos valores obtidos nas amostras desse local. Ao longo da praia existem pequenos córregos que descem de uma zona costeira a praia, também são de origem desconhecida e podem estar relacionados a contaminação da água. O mesmo acontece no ponto 6 que fica próximo de um canal, ele e o ponto 5 foram os

focos de maiores contaminação. É certo que ao associar a existência desses córregos a alta movimentação nos últimos dois dias de coleta, consegue-se estipular a causa dos valores elevados nos testes.

De acordo com a WHO (2003) fatores como os mencionados influenciam direto ou indiretamente no grau de balneabilidade da região, pois indicam alto índices de contaminação fecal, que podem colocar em risco a saúde dos usuários, sendo que a gravidade da ameaça depende da saúde da população geradora da poluição e do grau de imunidade dos banhistas.

Campos e Cunha (2015) destacam que balneabilidade é um monitoramento da qualidade das águas importante para analisar a política de saneamento implantada pelo órgão ambiental responsável. Portanto, sua finalidade é monitorar a qualidade da água para analisar “o risco de contaminação de banhistas, e o tempo, relativamente curto, entre a contaminação e o decaimento bacteriano” (PELEJA, 2015).

4. CONCLUSÃO

Através dos resultados adquiridos, pode-se concluir que o grau de balneabilidade da maior parte dos pontos analisados da água da praia do Araçagi, encontravam-se insatisfatório para uso recreacional. Os menores valores foram encontrados nos dois primeiros dias de coleta, podendo assim associar os resultados ao fato de que essas coletas foram realizadas em dias úteis, que por consequência do horário comercial houve um fluxo menor de banhistas no local.

Acredita-se também, que os resultados do 3º e do 4º dias de coletas atingiram índices maiores do que do 1º e do 2º dia, por terem sido coletados em um final de semana e em um feriado, respectivamente. Em consequência a este fato, a quantidade de pessoas que estavam na região era maior e isso influenciou na quantidade de dejetos e nas condições sanitárias da água nos pontos de coleta. Outro fator importante foi a movimentação de carros na faixa de areia, que por virem de diversas regiões, trouxeram inúmeros tipos de sujidades para o local. É válido ressaltar que não houve interferência pluvial e todos os pontos escolhidos localizavam-se próximos de bares e restaurantes, o que influi diretamente na poluição desse ambiente.

Em relação a análise de pH os valores obtidos variaram entre 6,65 e 8,25, demonstrando uma média de concentração igual a 7,85. Com isso, pode-se afirmar que o potencial hidrogeniônico das amostras estava dentro do padrão estabelecido pela Resolução nº 357/2005.

Ao analisar os parâmetros microbiológicos observou-se que na quantificação de coliformes totais todos os pontos encontravam-se com índices dentro do padrão de qualidade. Na pesquisa da bactéria *Escherichia Coli* 41,66% das amostras, equivalente a mais de 1/3 (10 das 24), apresentaram valores acima dos limites toleráveis de contaminação.

Já para *Enterococcus*, verificou-se que 79,16% das amostras, 19 das 24, contaminação muito superior ao

permitido, sendo classificadas como impróprias para o uso recreativo.

Em suma, segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000, 87,5% das amostras coletadas estiveram com níveis de contaminação muito superior ao permitido, sendo classificadas como impróprias para o uso recreativo.

A pesquisa realizada constatou que apenas 12,5% (equivalente a 3 amostras) obtiveram valores dentro dos limites toleráveis de contaminação aprovado pelo órgão regulador

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Pavilhão Tecnológico que nos concedeu o espaço e os materiais necessários para a realização da pesquisa no laboratório de Microbiologia do Programa de Controle de Qualidade de Água e Alimentos da Universidade Federal do Maranhão (PCQA – UFMA).

6. REFERÊNCIAS

- [1] ADDAS, M. **Panorama geográfico do Brasil: contradições, impasses e desafios socioespaciais**. São Paulo: Moderna, 1998.
- [2] ALVES, M. G. **Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-17032008-163147/en.php>>. Acesso em: 18 set. 2020.
- [3] ANA. Agência Nacional das Águas. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.
- [4] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 18 mar. 2005.
- [5] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 17 fev. 1986.
- [6] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. Define os critérios para a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 8 jan. 2001.
- [7] BRASIL. Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em

- Saúde; Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- [8] BRAZ, V.N. et al. Condições de balneabilidade e presença de Enteropatógenos em praias estuarinas do Norte do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- [9] CAMPOS, J. S.; CUNHA, H. F.A. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 4, p. 110-118, 2015.
- [10] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Norma L5.230: Escherichia coli – Determinação pela técnica de membrana filtrante: método de ensaio**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 2012.
- [11] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo: balneabilidade das praias**. São Paulo: CETESB, 2004.
- [12] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo em 2007**. São Paulo: CETESB, 2008.
- [13] COSTA, A. M. **Análise histórica do saneamento no Brasil**. 1994. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&extAction=lnk&exprSearch=150206&indexSearch=ID>>. Acesso em: 18 set. 2020.
- [14] GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Revista Saúde e Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 49-61, 1999.
- [15] IDEXX. **Colilert**. Westbrook: IDEXX Laboratories, 2019a. Disponível em: <<https://www.idexx.com.br/files/colilert-procedure-en.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2020.
- [16] IDEXX. **Enterolert**. Westbrook: IDEXX Laboratories, 2019b. Disponível em: <<https://www.idexx.com.br/files/enterolert-procedure-en.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2020.
- [17] INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia e Normalização e Qualidade Industrial. Praias (Análise de Balneabilidade). **INMETRO**, Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/praias.as.p>>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- [18] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- [19] JAWETZ, E.; MELNICK, J. A.; ADELBERG, E. A. **Microbiologia Médica**. 21. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- [20] KASNOWSKI, M. C. **Listeria spp., Escherichia coli: Isolamento, identificação, estudo sorológico e antimicrobiano em corte de carne bovina (alcatra) inteira e moída**. 2004. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.
- [21] LEVINSON, N.; JAWETZ, E. **Microbiologia médica e imunologia**. 7. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.
- [22] LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto Rio das Velhas – MG. **Hygeia**, v. 6, n. 11, p. 133-149, 2010.
- [23] MAIER, R. M.; PEPPER, I. L.; GERBA, C. P. **Environmental microbiology**. San Diego: Academic Press, 2000.
- [24] MARTINS, L. M. *et al.* Análise dos parâmetros de balneabilidade: um estudo de caso sobre as praias dos municípios de João Pessoa e Cabedelo/PB. **Revista InterScientia**, v. 5, n. 1, p. 116-128, 2017.
- [25] NATARO, J. P.; KAPER, J. B. Diarrheagenic Escherichia coli. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 11, n. 1, 142-201, 1998.
- [26] OLIVEIRA, R. C. Ambiente costeiro fragilidades e impactos relacionados a ação antrópica: o cenário da baixada santista no estado de São Paulo/Brasil. *In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA*, 12., 2009, Montevideo. **Anais [...]**. Montevideo, 2009.
- [27] OPAS BRASIL. Perguntas e respostas sobre qualidade da água de recreação no Rio de Janeiro, Brasil. **OPAS BRASIL**, Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5202:perguntas-e-respostas-sobre-qualidade-da-agua-de-recreacao-no-rio-de-janeiro-brasil&Itemid=875>. Acesso em: 15 out. 2020.
- [28] PELEJA, J. R. P. **Estudo das Condições de Balneabilidade das Praias de Alter do Chão: Relatório Técnico Científico**. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará, 2015.
- [29] PINTO, K. C. **Avaliação sanitária das águas e areias de praias da Baixada Santista, São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [30] POND, K. **Water Recreation and Disease - Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality**. London: IWA Publishing, 2005.
- [31] PRÜSS, A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. **International Journal of Epidemiology**, v. 27, n. 1, p. 1-9, 1998.
- [32] RIOS, L. C. A. **Avaliação do nível de contaminação do rio Itapecuru na zona urbana de Caxias-MA**. 2009. Monografia (Graduação) – Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2009.
- [33] SANTOS, M. V. Diagnóstico socioambiental e avaliação das condições sanitárias da água de praias de São Luis -

MA (Brasil), no decênio 1989-2009. *In*: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM, 6., 2009, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: UFSCAR, 2009.

- [34] SCHAECHTER, M. *et al.* **Microbiologia: mecanismos das doenças infecciosas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002.
- [35] SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 2001.
- [36] SILVA, V. *et al.* Contaminação por *Enterococcus* da água das praias do município de São Luís, Estado do Maranhão. **Acta Scientiarum: Technology**, v. 30, n. 2, p. 187-192, 2008.
- [37] SOARES, J.B.; MAIA, A.C.F. **Água: microbiologia e tratamento**. Fortaleza: UFC, 215p, 1999.
- [38] SOUZA, J. L.; SILVA, I. R. Avaliação da qualidade ambiental das praias da ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia.
- [39] **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 3, p. 469- 484, 2015.
- [40] VIEIRA, R. H. S. F. *et al.* Análise experimental sobre a viabilidade de *Escherichia coli* em água do mar. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 34, p. 43-48, 2001.
- [41] VIEIRA, R. H. S. F. Poluição microbiológica de algumas praias brasileiras. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.33, p.77-84, 2000.
- [42] VIEIRA, R. H. S. F.; VASCONCELOS, R. Balneabilidade das praias de Iracema e do Meireles (Fortaleza – CE) – Isolamento de cepas de *Escherichia coli* e sua sensibilidade a antimicrobianos. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2005.
- [43] WHO. World Health Organization. **Guidelines for Safe Recreational Water Environments: Coastal and Fresh Waters**. Geneva: World Health Organization, 2003.