



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ- UFC
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR- LABOMAR
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

DENISE TEREZINHA LIPPMANN MONTEIRO

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MARINHA E DA
AREIA SECA E MOLHADA DE DUAS PRAIAS DO LITORAL LESTE DO CEARÁ

FORTALEZA

2013

DENISE TEREZINHA LIPPMANN MONTEIRO

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MARINHA E DA
AREIA SECA E MOLHADA DE DUAS PRAIAS DO LITORAL LESTE DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Marinhas Tropicais, da Universidade Federal
do Ceará, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof.^a Dra. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira

FORTALEZA

2013

DENISE TEREZINHA LIPPMANN MONTEIRO

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA MARINHA E DA
AREIA SECA E MOLHADA DE DUAS PRAIAS DO LITORAL LESTE DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Marinhas Tropicais, da Universidade Federal
do Ceará, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Norma Suely Evangelista Barreto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Profa. Dra. Suzana Claudia Silveira Martins
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Fortaleza, 24 de Junho de 2013.

Primeiramente à Deus,
meus pais (Romolo e Lorette),
minha filha Maysa e família.

AGRADECIMENTOS

À FUNCAP-Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa- pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Instituto de Ciências do Mar- LABOMAR/UFC por conceder suas dependências físicas para a realização da parte teórica e prática da tese;

Aos professores do Curso de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais;

Aos colegas do Mestrado;

Aos colegas do Laboratório de Microbiologia do Pescado e Ambiental do LABOMAR;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha querida amiga e Prof.^a Dra. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira pela eficiente orientação, com dedicação, paciência e competência no desenvolvimento e elaboração de toda a dissertação;

Ao Prof. Dr. Gustavo Vieira (*in memoriam*);

À Dra. Oscarina pelo carinho, apoio e contribuição;

Ao prof. Dr. Adauto Fonteneles Filho pelo carinho e apoio;

À minha filha e família pela paciência e compreensão nas horas difíceis;

À minha grande amiga Nadsa Maria Araujo Cid pelo incomparável apoio e contribuição antes de entrar no Mestrado e durante os dois anos do projeto;

À amiga Doutoranda Edirsana e à Dra. Cristiane pelo importante apoio durante o processo de elaboração da prática deste projeto no laboratório.

Ao meu grande amigo Doutorando Rafael pela importante contribuição ao longo do desenvolvimento desse projeto e pela elaboração da estatística;

À minha irmã Solange pelo carinho, paciência durante as coletas nas praias e pela importante contribuição durante toda a jornada de realização deste projeto.

TEMPO DE MUDANÇA

Quando criança caminhava nas areias
das praias sentindo o frio dos seixos
na planta dos pés.

Quando criança navegava
nas ondas dos mares de minha Fortaleza
sem medo de chorar,
sem medo de adoecer.

Hoje, já vivida e dona da minha cidade,
Já não caminho descalça sobre aquelas areias
e já não olho as ondas das minhas praias
com os mesmos olhos de criança,
e nem mesmo mergulho em suas águas
sem medo do que possa acontecer.

As águas dos mesmos mares da minha terra
encerram poluição,
medo e doenças,
e nelas já não posso
lavar meu corpo saindo incólume de suas ondas.
Os mares teriam mudado, ou mudei eu?

Regine Limaverde

RESUMO

A qualidade microbiológica das águas e areias das praias, principalmente das localizadas em áreas de grande desenvolvimento econômico social e turístico, caso de Aquiraz, deveria ser uma preocupação constante dos órgãos públicos, uma vez que muitas doenças são veiculadas por esses microcosmos, sobretudo às pessoas com deficiência no sistema imunológico, caso dos idosos e crianças. No período de Fevereiro a Maio/2012, semanalmente, foi realizado o monitoramento das águas e das areias (seca e molhada) das praias do Iguape e do Presídio, ambas em Aquiraz, Ceará. Os objetivos da pesquisa foram comparar quantitativamente a microbiota bacteriana presente nas águas do mar e na areia dessas duas praias. Foram avaliados para a água e areia: o NMP de Coliformes Termotolerantes (CT), de *Escherichia coli* (*E.coli*), de *Enterococcus* spp. (ENT) e a contagem de leveduras (somente no sedimento). A técnica usada para estimar a população de CT, *E.coli* e *Enterococcus* spp., tanto nas águas como nas areias (seca e molhada) foi a dos tubos múltiplos e o método de Contagem Padrão em Placas (CPP) utilizado para estimar a população das leveduras. Os resultados obtidos para as amostras de água do mar foram comparados com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274/2000. Os dados obtidos para areia seca e molhada foram comparados à Legislação de Portugal devido à ausência de legislação no Brasil. De acordo com os resultados obtidos, a água da praia do Iguape apresentou uma situação de risco maior do que a praia do Presídio. As areias secas e molhadas apresentaram uma maior contaminação na praia do Iguape. As amostras de areia seca do Iguape e do Presídio apresentaram uma contaminação superior às de areia molhada. Foi observada uma maior contaminação de levedura na praia do Iguape. A areia seca do Iguape está mais contaminada com *Enterococcus* e leveduras do que a areia seca da Praia do Presidio. Recomenda-se uma ação eficaz de monitoramento pelas autoridades sanitárias no sentido de eliminar as fontes de contaminação por bactérias patogênicas ao homem.

Palavras-chave: água do mar, areia, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Enterococos*, Leveduras.

Abstract

The microbiological quality of the water and sand on sea shores, especially in the vicinity of urbanized areas and tourist facilities, requires careful and permanent monitoring. An array of diseases may be transmitted by pathogenic microorganisms in aquatic environments to which children, the elderly and the immuno deficient tend to be particularly susceptible. The present study is a quantitative evaluation of the bacterial microbiota of sea water and wet and dry sand collected at two points (Iguape and Presidio) along the coast of Ceará, Northeastern Brazil, once a week between February and May 2012. The study parameters included MPN of thermotolerant coliforms (CT), *Escherichia coli* (EC) and *Enterococcus* spp. (ENT) (sand and water), and yeast count (YC) (sand only). The first four parameters (CT, EC and ENT) were quantified with the multiple tube method, while YC was determined with standard plate count. The results obtained for sea water samples were compared with the maximum contaminant levels (MCLs) specified in Resolution #274/2000 issued by CONAMA [Brazilian Council for the Environment], while the results obtained for dry and wet sand were compared with the MCLs specified in the Portuguese legislation (in the absence of equivalent Brazilian regulations). Both sea water and dry and wet sand were found to be more contaminated at Iguape than at Presidio. At both locations, dry sand was more contaminated than wet sand. Yeast counts were also higher in samples from Iguape. Dry sand from Iguape yielded higher ENT and YC values than dry sand from Presidio. The local health authorities are advised to improve the monitoring of the microbiological quality of the water and sand at these locations and identify possible sources of contamination.

Key words: sea water, sand, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, *Enterococcus*, yeast

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tempos de sobrevivência de patógenos no solo e plantas.....	26
Quadro 2– Nível de tolerância dos indicadores utilizados para classificação da categoria da água das praias (Resolução CONAMA N° 274/2000).....	34

LISTA DE ANEXOS

Quadro3– Limites máximos de colimetria a serem utilizados na classificação da areia para recreações de contato primário, de acordo com a Resolução Municipal do Rio de Janeiro (SMAC) nº468 de 28 de janeiro de 2010..	70
Quadro 4- Limites propostos para qualidade microbiológica de areia (Portugal)	70
Quadro 5. Índice pluviométrico (mm) /Aquiraz 2012	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–Mapa do Brasil abrangendo o Estado do Ceará com o litoral Leste localizando a praia do Iguape e praia do Presídio.....	35
Figura 2– Ponto de coleta de água, areia seca e molhada na praia do Iguape em frente as barracas, Aquiraz-CE.....	36
Figura 3– Ponto de coleta de água, areia seca e molhada na praia do Presídio em frente ao Hotel Jangadeiro, Aquiraz-CE.....	36
Figura 4– Fluxograma de identificação do grupo dos coliformes nas amostras de água e areia nas praias do Iguape e Presídio, Aquiraz-CE.....	39
Figura 5–Fluxograma para a identificação do grupo <i>Enterococcus</i> spp. na água e na areia das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz-CE.....	42
Figura 6- Fluxograma da contagem de Leveduras (areia seca e molhada) pelo método de Contagem Padrão em Placas (CPP).....	47
Figura 7– Foto das residências que ficam nas margens do mangue do Município do Iguape até a praia do Presídio, incluindo a abertura do canal.....	51
Figura 8– Abertura do canal entre a praia do Presídio e o mangue do Iguape, Aquiraz- CE.....	51
Figura 9- Quantificação dos CT, <i>E. coli</i> e <i>Enterococcus</i> spp. através do Número Mais Provável (NMP) em amostras de água coletada na praia do Iguape, Aquiraz- CE	53
Figura 10- Quantificação dos CT, <i>E. coli</i> e <i>Enterococcus</i> spp. através do Número Mais Provável (NMP) em amostras de água coletada na praia do Presídio, Aquiraz- CE.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros Físico-Químicos (temperatura, pH, salinidade) das águas do mar das praias do Iguape e Presídio, Aquiraz- CE.....	49
Tabela 2-Classificação da balneabilidade das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz - CE através da quantificação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT), de <i>E. coli</i> e de <i>Enterococcus</i> spp. em amostras de água da praia.....	52
Tabela3- Quantificação através do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT), NMP de <i>E.coli</i> , NMP de <i>Enterococcus</i> spp. e de Leveduras nas amostras de areia seca das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz- CE	57
Tabela 4- Quantificação através do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT), NMP de <i>E.coli</i> ,NMP de <i>Enterococcus</i> spp. e de Leveduras da areia molhada das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz- CE.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS

ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa;

APHA – American Public Health Association

AWWA- American Water Works Association;

ANOVA- Análise de Variância;

CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente;

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico;

DAEC. - *E.coli* Enteroagregativa difusamente agregada;

DNA- Ácido desoxirribonucleico;

EHEC-Entero hemorrágica;

ETEC- *E.coli* Enterotoxigênica;

EPEC- *E.coli* Enteropatogênica;

EIEC-*E.coli* Enteroinvasiva ;

EaggEC - *E.coli* Enteroagregativa difusamente agregada;

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IPECE- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará;

NMP – Número Mais Provável;

OMS – Organização Mundial da Saúde;

ONG-Organização Não-Governamental;

pH – Potencial de Hidrogênio;

PPM- Partes Por Mil;

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente;

SEMACE- Secretaria do Meio Ambiente do Ceará;

USEPA – United States Environmental Protection Agency;

UFC – Unidade Formadora de Colônia;

UV- Raio Ultravioleta;

WHO- World Health Organization;

WPCF- Water Pollution Control Federation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1Aquiraz.....	21
2.2Qualidades da água e transmissão de doenças.....	21
2.3Qualidades das areias das praias, seus aspectos microbiológicos e os fatores que afetam a sobrevivência das bactérias.....	24
2.4 Bioindicadores fecais utilizados em análise de água e areia de recreação.....	27
2.4.1 Coliformes.....	27
2.4.2 Coliformes Termotolerantes (CT).....	28
2.4.3 Doenças de veiculação hídrica e patogenicidade da <i>E.coli</i> e <i>Enterococcus spp...</i>	29
2.4.4Fatores abióticos relacionados com o crescimento de coliformes.....	31
2.4.4.1 pH.....	31
2.4.4.2 Temperatura.....	31
2.4.4.3 Salinidade.....	32
2.5Leveduras e sua patogenicidade.....	32
2.6 Legislação.....	33
2.6.1Brasileira – CONAMA (BRASIL, 2000).....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1Locais de Coleta.....	35
3.1.1 Amostragem das águas das praias.....	37
3.1.2 Amostragem de areias das praias.....	37
3.2Experimentos no laboratório.....	38
3.2.1 Análise da água do mar da praia do Iguape e do Presídio.....	38
3.2.1.1 Determinação dos valores de pH e salinidade.....	38
3.2.1.2 Preparo das diluições das amostras para exame bacteriológico.....	38
3.2.1.2.1 Determinação do Número Mais Provável (NMP/100 mL) de coliformes termotolerantes (CT) e pesquisa de <i>Escherichia coli</i> para água do mar da praia do Iguape e do Presídio.....	38

3.2.1.2.2 Isolamento e identificação de <i>Escherichia coli</i> . (Prova completa)	
Classificação morfológica e bioquímica das cepas de <i>E. coli</i> .	
Testes Bioquímicos do Indol (I), Voges-Proskauer (VP), Vermelho de Metila (VM), Citrato(C) (IMVIC).....	40
3.2.1.2.3 Número Mais Provável (NMP) de <i>Enterococcus</i> spp. das amostras de água do mar das praias do Iguape e do Presídio	
Prova Presuntiva, Prova completa, Teste de Catalase, Coloração de Gram	
Crescimento em ágar Bile Esculina; Crescimento Caldo BHI pH 9,6;	
Crescimento em Caldo BHI presença de 6,5% de NaCl e Crescimento em Caldo BHI a 45°C.....	41
3.2.2 Análise das areias secas e molhadas das praias do Iguape e Presídio.....	45
3.2.2. Preparo das diluições das amostras.....	45
3.2.2.2 Determinação através do Número Mais Provável (NMP/100 mL) de coliformes termotolerantes (CT) e Pesquisa de <i>Escherichia coli</i>	45
3.2.2.3 Estimativa da população de <i>Enterococcus</i> spp. através do Número Mais Provável (NMP) para areia seca e molhada das praias do Iguape e Presídio. ...	46
3.2.2.4 Contagem de Leveduras nas areias secas e molhadas das praias do Iguape e Presídio..	46
3.3 Análises Estatísticas.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
5 CONCLUSÃO.....	63
RECOMENDAÇÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
ANEXOS.....	71

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Aquiraz foi a primeira capital do Ceará e está localizada no litoral leste a 24,7 km de Fortaleza. Possui 35 km de litoral com belas praias, entre elas as praias do Iguape e Presídio. Por serem locais de lazer muito procuradas pela comunidade local, turistas nacionais e internacionais é de grande interesse mantê-las limpas e livres de contaminação. Praia suja e/ou contaminada poderá causar problemas aos seus usuários. Devido a esses fatores seria importante estabelecer um programa de monitoramento mais frequente das condições de balneabilidade nessas áreas, pois além de ser uma prática importante para assegurar a saúde da população e dos turistas, poderia servir como base de dados para que os órgãos competentes tomassem medidas de ações preventivas.

Conforme Vieira *et al.* (2007), as praias no litoral cearense são conhecidas por suas belezas naturais, sendo muito procuradas por turistas e pela população local para lazer, razões porque a qualidade microbiológica de suas águas e areias deve ser uma preocupação constante dos órgãos públicos. Essa preocupação deve-se à prevenção de riscos à saúde e a busca de soluções para minimizar os possíveis impactos antropogênicos.

As águas receptoras de esgotos domésticos são importantes veículos de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Chegou-se a essa conclusão devido à descoberta das doenças infecciosas advindas das fezes dos indivíduos doentes (portadores), como a do *Vibrio cholerae* em 1854, da *Entamoeba histolytica* em 1875, da *Salmonella Typhi* em 1886, da *Salmonella Enteritidis* em 1888 e da *Shigella dysenteriae* em 1898 (REINHART, 1980).

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, causando sérios danos aos banhistas usuários dessas áreas de lazer.

Conforme a Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico-CETESB (1998) as pessoas mais suscetíveis à exposição a bactérias, vírus e protozoários são as crianças, idosos e com baixa resistência imunológica. Por décadas a quantificação de coliformes tem sido usada, como instrumento, para se verificar a qualidade de águas recreacionais.

Os resultados das análises de coliformes são usados em importantes decisões gerenciais, como a colocação de sinais de alerta para os banhistas e encerramento efetivo das praias, mas leva muito tempo para analisar todos os micro-organismos que transmitem doenças à população veiculada pela água de recreação e o custo é caro com relação a utilização de materiais e equipamentos (HURST *et al.*, 1997).

Os padrões microbiológicos foram revisados por Salas (1986) e Pike (1994) e sendo então usados para controle das águas marinhas em vários países do mundo. Os países da Europa recomendam que uma praia só pode ser considerada própria quando 80% das amostras de suas águas não excedam a 500 coliformes totais por 100 mL ou 100 *Escherichia coli* por 100 mL. No Brasil as regras são muito mais acessíveis. O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA através da Resolução nº274/00 estabelece os limites para coliformes fecais/100 mL e classifica as águas por categorias de Própria a Imprópria. Com esses critérios, uma praia deverá ser considerada Imprópria quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de cinco amostras, colhidas num mesmo local, em cinco semanas anteriores, houver uma quantidade maior que 1000 coliformes termotolerantes ou mais que 800 *Escherichia coli* ou mais do que 100 *Enterococcus* por 100 mL (BRASIL, 2000).

Cresce a preocupação dos ambientalistas com a contaminação das areias das praias advindas do descarte de lixo orgânico, dejetos de animais ou poluição trazida pelas águas das chuvas e marés, colocando em risco a saúde da população (VIEIRA *et al.*, 2002). A água do mar poderá contaminar as areias das praias por causa dos esgotos domésticos que introduzem bactérias e vírus patogênicos e parasitas no ambiente.

Quando há a ingestão acidental de águas e areias ou de alimentos de origem marinha como peixes, ostras e crustáceos contaminados por bactérias patogênicas poderão ocorrer à transmissão de agentes causadores de doenças infecciosas aos banhistas, como a gastroenterite, poliomielite, a cólera, a hepatite infecciosa, as febres tifóides e paratifoide (AMBIENTE BRASIL, 2013).

A RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, classifica as praias para fins de balneabilidade, em seu artigo 8º, recomendando aos órgãos ambientais a avaliação das condições microbiológicas e parasitológicas da areia com objetivo de uma futura padronização.

Segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente-SMAC (2000) dois estados brasileiros já realizam a avaliação das areias das praias: Rio de Janeiro e São Paulo através da CETESB (1998). Na praia de Copacabana (RJ) é realizado o revolvimento mecânico da areia, com excelentes resultados da qualidade sanitária (RESOLUÇÃO SMAC 81/2000). Nessa resolução são estabelecidos os limites máximos na colimetria utilizados na classificação de areias, para recreações de contato primário.

O levantamento das condições sanitárias das areias das praias é necessário e importante, pois se contaminadas representam risco aos banhistas que dela se utilizam para fins de recreação. Mesmo as águas possuindo alta concentração de sal, podem transmitir doenças tornando-se problemas de saúde pública.

Diante do exposto, os objetivos da pesquisa foram comparar quantitativamente a microbiota bacteriana presente nas águas do mar e na areia dessas duas praias do Litoral Leste do Estado do Ceará.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aquiraz

Aquiraz é uma palavra indígena que significa “água logo adiante”. Tal termo se refere ao rio Pacoti que corre próximo à cidade. O Município de Aquiraz localizado no litoral Leste era conhecido como Vila São José do Ribamar e foi a primeira capital do Ceará, fazendo parte da chamada Costa do Sol Nascente. A população de Aquiraz conforme o último censo demográfico realizado em 2010 apresentou um total de 72.651 habitantes, o que corresponde a uma densidade demográfica de 151,05 hab./km², com uma faixa litorânea localizada a Leste de Fortaleza (Latitude Sul3°54'05" e Longitude Oeste 38°23'28"), a cerca de 21,0 km. Compreende uma área de 480,976 km², dispondo de uma bela paisagem com dunas, ambientes lacustres, flúvio-marinhos e manguezais (IBGE; IPECE, 2013)

2.2 Qualidades da água e transmissão de doenças

As bactérias do grupo coliforme são consideradas indicadores de poluição fecal e estão presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminados em grande número pelas fezes. Para a avaliação microbiológica da qualidade recreacional de águas tem sido muito utilizado como indicador, o grupo coliforme termotolerantes (CT) associado a *E.coli* e *Enterococcus* spp., pois são causadores de gastroenterites em banhistas. Em muitos países *Enterococcus* spp. já é utilizado como indicador padrão para a qualidade de águas recreacionais, devido à observação de que em águas marinhas existe uma melhor correlação da densidade de *Enterococcus* spp. com a ocorrência de gastroenterites (CETESB, 2004).

De acordo com World Health Organization-WHO (2003) para indicar o grau de contaminação fecal são utilizados os índices de organismos fecais e de micro-organismos não patogênicos por estarem presentes em maior número do que os patogênicos e também pela facilidade em serem contados, isolados e identificados.

A maior parte da superfície da Terra é coberta por água (aproximadamente três quartos) sendo 97,4% salgada (oceanos) e 1,8% congelada nas regiões polares (Norte e Sul). A água doce representa apenas 0,8% não se conhecendo bem, qual é a fração contaminada. O ser humano necessita de água doce para sua sobrevivência, sendo importante também para o abastecimento público, industrial e agropecuário, na preservação da vida aquática, na recreação e no transporte. A contaminação vem ocorrendo há muitos anos, uma das principais causas é o desenvolvimento industrial, pelo crescimento demográfico acelerado e pela forma errada e intensa na utilização do solo, diminuindo a qualidade de recursos hídricos disponíveis para o consumo humano e recreação. Devido a isso, o risco de transmissão de doenças aumentou muito (CETESB, 2004).

Doenças transmitidas pela água são consideradas como veículo de agente infeccioso. Através das excreções de pessoas ou animais infectados os micro-organismos patogênicos atingem a água, causando problemas de gastroenterite no ser humano. Os seres que causam essas doenças são as bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos (CETESB, 2004). Entre 1999 e 2000 nos EUA ocorreram 59 surtos de doenças, sendo 61% de gastroenterite associados à exposição a águas de recreação (WHEELER *et al.*, 2003). Na Espanha, em 2001, em uma pesquisa sobre água contaminada, foi encontrada relação entre doenças gastrointestinais e frequentadores das praias (PRIETOA *et al.*, 2000).

No Brasil, para avaliação da qualidade das águas das praias, são utilizados critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 274 aprovada em 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000). Neles, foram acrescentados outros indicadores de contaminação fecal – as bactérias *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp.. As praias, na classificação, são divididas em duas categorias (Própria e Imprópria). A Própria pode ser classificada em Excelente, Muito Boa e Satisfatória e a análise é realizada em cinco semanas consecutivas. Balneabilidade é a condição das águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário. De acordo com a Resolução nº 274 entende-se como contato primário, o contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esportes aquáticos etc.). Por haver uma possibilidade elevada de ingerir quantidades apreciáveis de água os órgãos ambientais realizam a classificação das praias a partir de resultados de análises microbiológicas de cinco

semanas consecutivas. As praias são sinalizadas após serem classificadas e os resultados divulgados através de boletins semanais pelo órgão ambiental de cada Estado.

As águas são consideradas impróprias para banho, quando apresentarem valores acima dos limites máximos estabelecidos na última categoria das águas Próprias, em no mínimo duas amostras, de cinco análises, ou quando, o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais, ou 2.000 *Escherichia coli*, ou 400 *Enterococcus* por 100 mililitros. Outros critérios também estão previstos na Resolução, que complementam e são passíveis à interdição das praias e balneários, como:

- Incidência elevada ou anormal, na Região, de doenças entéricas transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos através de esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar impossível e desagradável à recreação;
- Águas doces com $\text{pH} < 6,0$ ou $\text{pH} > 9,0$ à exceção das condições naturais;
- Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- Outros fatores que contribuem para a não indicação, temporária ou, permanentemente, para o exercício da recreação de contato primário.

A amostragem deve ser feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneário em locais que apresentem linha de igual profundidade de um metro e onde houver maior concentração de banhistas (BRASIL, 2000).

Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-American Public Health Association APHA, American Water Works Association-AWWA e Water Pollution Control Federation - WPCF.

O fato de a praia estar Imprópria não significa que todas as pessoas, que se banharem no local, irão contrair alguma doença; dependendo das condições imunológicas de cada um e de sua exposição à mesma, ou seja, se permaneceu por muito tempo na água, se mergulhou a cabeça ou se engoliu água (CETESB, 2004).

Conforme Lee *et al.* (2002) e Bonilla *et al.* (2007), existe na literatura nacional e internacional, um maior número de estudos epidemiológicos associados à água de praia do que à areia. Poucos são os estudos sobre o risco à saúde de doenças ocasionadas pela exposição à areia de praia. Um dos grandes problemas é a dificuldade da associação entre a ocorrência dos patógenos em seus limites permitidos e a obtenção de dados precisos sobre o aparecimento da doença na população.

2.3 Qualidades das areias das praias, seus aspectos microbiológicos e os fatores que afetam a sobrevivência das bactérias.

Segundo a CETESB (2011), a avaliação da qualidade das áreas destinadas à balneabilidade enfoca, principalmente, a qualidade microbiológica da água, sendo que nos últimos anos, a comunidade científica e os órgãos ambientais têm se preocupado também com a areia da praia, devido ao crescente descarte inadequado de resíduos sólidos, dejetos de animais e poluição trazida pela água das chuvas, que carregam contaminantes à areia. Além disso, as marés podem também ser veículos de micro-organismos e parasitas patogênicos, colocando em risco a saúde da população. Na areia têm sido isolados muitos patógenos como bactérias, fungos, parasitas e vírus. A dispersão e sobrevivência deles dependem da natureza da praia, dos fenômenos de marés, da presença de esgotos sanitários e também da época de temporada (verão ou inverno) quando ocorre um aumento do número de banhistas e da presença de excreta de animais de sangue quente como, por exemplo, de cachorros, entre outros. A transmissão ocorre por contato direto de pessoa a pessoa, ou por outros meios.

Wheeler *et al.* (2003) estudando bactérias de origem fecal, chegaram a conclusão que as mesmas aparecem muito nas areias molhadas das praias, na região dos lagos, nos EUA. Os autores afirmam que as bactérias fecais não se mantêm nas águas, podendo encontrar na areia, um ambiente mais favorável para a sua proliferação. A atividade recreacional junto com a ação das ondas e, na faixa de areia próxima à água, podem trazer à superfície, bactérias que se encontravam em camadas mais profundas da areia. A areia das praias é um local onde pessoas sensíveis podem entrar em contato com bactérias patogênicas o que representa um risco à saúde das crianças, dos idosos e das pessoas com baixa resistência imunológica.

Em Portugal, foi desenvolvida uma campanha conhecida como Areia Limpa, praia saudável-Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE, 2011) que consiste numa Organização Não-Governamental (ONG), que possui como objetivos elevar o grau de conscientização da população, e dos tomadores de decisão, para a necessidade de se proteger o ambiente costeiro marinho, incentivando a realização de ações que conduzam à resolução dos problemas ali existentes. Os melhores indicadores quanto aos aspectos bacteriológicos são os coliformes totais, *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp.(ABAE ,2011). Para o monitoramento da qualidade microbiológica das areias das praias, é suficiente a análise da areia seca, dispensando a análise da areia molhada ou úmida, devido à alta correlação positiva entre as duas variáveis.

No Brasil, no Rio de Janeiro, existe um Programa de Monitoramento da Qualidade das areias da praia de Copacabana, que tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma metodologia para estabelecer um padrão de qualidade de areia de praia. Os locais de coleta de areia estão associados aos de coleta da água. As amostras são retiradas de três pontos, semanalmente: uma próxima ao calçadão, uma no meio da faixa de areia e, a última, próximo à linha d'água. São extraídas amostras em duas profundidades de 5 a 15 cm e são realizadas análises da umidade, matéria orgânica, colimetria, temperatura e parasitas causadores de micoses (BOUKAI, 2005).

Vieira *et al.* (2001) pesquisando *E. coli*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella* e a levedura *Cândida albicans* em 30 amostras de areia da praia do Futuro, no litoral de Fortaleza, entre maio de 1999 e janeiro de 2000, encontraram maior contaminação de *E.coli* na areia seca. A presença de *E.coli* nas areias indica contaminação fecal recente. Estas bactérias são carregadas através de córregos, canais de drenagens, águas pluviais que recebem esgoto doméstico, lixo e outros detritos. Águas de lastro de navios também contribuem para aumentar a contaminação das águas e das areias do litoral, não só dessas espécies de bactérias, bem como de uma variedade de outras, inclusive patogênicas.

Segundo Aisse (2002), o esgoto provoca poluição, contaminação bacteriana o que pode provocar o aparecimento de doenças. As maiorias dos municípios brasileiros carecem de saneamento básico. O maior empecilho para sua viabilização é o alto custo de instalação e manutenção de seu sistema. Frequentemente, a comunidade solicita à rede coletora uma posição a respeito, mas o tratamento é sempre deixado para depois, não sendo considerado

como prioritário pelas Prefeituras, ou seja, os recursos financeiros acabam sendo destinados a outras obras.

Uma série de fatores afeta a sobrevivência das bactérias no solo ou na areia como: umidade, pH, temperatura, matéria orgânica, capacidade de retenção de água, luz solar e micro-organismos do solo. É compreensível então, que os valores de sobrevivência, mostrados na literatura, apresentem uma grande variação. De acordo com o United States Environmental Protection Agency - USEPA (1985) as bactérias apresentam um tempo máximo de sobrevivência absoluto, de um ano, e um máximo comum, de dois meses (Quadro1).

Quadro 1- Tempos de sobrevivência de patógenos no solo e plantas.

Patógenos	Solo		Plantas	
	Máxima absoluta	Máxima comum	Máxima absoluta	Máxima comum
Bactérias	1 ano	2 meses	6 meses	1 mês
Vírus	6 meses	3 meses	2 meses	1 mês
Protozoários	10 dias	2 dias	5 dias	2 dias
Helmintos	7 anos	2 anos	5 meses	1 mês

Fonte: USEPA (1985)

Conforme Tsai *et al.* (1992) a temperatura do solo ou da areia é função da relação entre a quantidade de energia calorífica absorvida e perdida, dependendo, também, do tipo de cobertura vegetal, do tipo de solo, do teor de matéria orgânica, de umidade, etc. Um exemplo disto, foi comprovado por Sorensen *et al.* (1999) quando demonstraram que a cepa K12 de *E. coli* incubada a 10° C ou a 4° C sobreviveu em areia por mais de 70 dias, decrescendo esse tempo para 20 dias, quando a temperatura de incubação foi de 25° C .

Conforme Tsai *et al.* (1992) o crescimento microbiano é inibido, quando os valores de pH são desfavoráveis, não só do efeito elevado da concentração de H⁺ ou OH⁻.

As bactérias têm um menor tempo de sobrevivência na superfície do solo, devido à temperatura alta e a incidência de raios ultravioleta (UV) causando a dessecação. Esses raios danificam o DNA das células que ficam na superfície e durante a reprodução celular ocorrem ligações entre as timinas da cadeia de DNA ocasionando a inibição da sua replicação

(TORTORA *et al.*,2012). Para o controle dos micro-organismos a faixa de radiação mais efetiva é a que fica em 260 nm (PELCZAR *et al.*, 1996).

O fenômeno de bioacumulação na areia da praia faz com que o nível de contaminação microbiológica seja maior do que a observada nas águas (MANCINI *et al.*, 2005).

2.4 Bioindicadores fecais utilizados em análise de água e areia de recreação

2.4.1 Coliformes

O termo coliforme foi sugerido por Breed e Norton em 1937 para descrever bactérias fermentadoras de lactose, Gram-negativas, utilizadas para detectar a poluição de águas. Anos depois, a nomenclatura coliforme fecal foi substituída pelo termo termotolerantes, representada por *Escherichia coli*, diferenciada dos coliformes totais (Ct) como um indicador mais específico de poluição fecal (LECLERC *et al.*, 2001).

Os Ct são bactérias em forma de bacilos, Gram-negativas, não esporuladas, aeróbias ou anaeróbias facultativas, oxidase-negativas, fermentando a lactose com produção de ácido, gás e aldeído dentro de 48 horas a 35°C. São detectados nas fezes de seres humanos e de animais de sangue quente ou homeotermos, e encontrados nas análises de diferentes matrizes ambientais (água, areia e sedimentos). Esses parâmetros são usados, mundialmente, pelos órgãos ambientais (PELCZAR *et al.*,1996; PRESCOTT *et al.*, 1996).

É utilizada como metodologia de detecção de coliformes a técnica de tubos múltiplos. Utiliza-se o Caldo Lauril Sulfato (LST), onde a amostra é previamente diluída e semeada em condições assépticas, incubadas a 35°C por 48 h. A leitura é considerada positiva quando, após incubação, aparecer turvação do meio e produção de gás no tubinho de Durhan. Ocorre essa reação devido à fermentação da lactose com produção de ácido, gás e aldeído (VIEIRA *et al.*,2004). Alguns coliformes se multiplicam facilmente na água, mas também são encontrados no solo e em vegetais (VIEIRA *et al.*,1999).

Os coliformes são considerados bons indicadores biológicos em qualquer água, sendo então uma indicação de grande risco de existência de patógenos da família *Enterobacteriaceae*, dito pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e por Órgãos Nacionais de Meio Ambiente e Vigilância Sanitária (BORGES *et al.*, 2002).

2.4.2 Coliformes Termotolerantes (CT)

Os CT diferem dos totais por crescerem na temperatura de 44 a 45°C em 48 horas, fermentando a lactose com produção de ácido e gás. Os resultados são expressos em número mais provável (NMP), calculado (APHA, 2005). Esse grupo é formado pelos coliformes que fermentam lactose, com produção de gás dentro de 48 horas, normalmente em caldo EC. Podem ser recuperadas por este teste *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter* spp (incluindo *aerogenes* e *cloacae*). Entretanto, *Escherichia coli* é a única espécie cujo habitat primário é o trato gastrintestinal do homem e de animais de sangue quente, tendo sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* podem desenvolver-se fora do trato intestinal, tais como vegetais e solo. Quando se determina a população de CT, 90% correspondem à população de *Escherichia coli* (VIEIRA *et al.*, 2004).

De acordo com Castro (2006) a importância da detecção de CT na água indica a presença de outros patógenos, tais como vírus e bactérias onde sua presença é devido a contaminação por fezes. Questiona-se muito sobre a efetividade do modo e de como a qualidade da água é medida e monitorada. Os fatores físicos e ambientais influenciam nas vantagens e na utilização da bactéria fecal como indicadora (WHO, 1999).

O principal componente desse subgrupo é *Escherichia coli* que é uma bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, caracterizada pela presença das enzimas B-galactosidase e B-glicuronidase (VIEIRA *et al.*, 2004).

2.4.3 Doenças de veiculação hídrica e patogenicidade da *E.coli* e *Enterococcus spp.*

Nas águas destinadas à recreação são encontrados micro-organismos patogênicos e não patogênicos derivados de esgoto doméstico, processos industriais, atividades agrícolas etc.. Representam perigo a banhistas quando uma dose infecciosa coloniza um local de crescimento satisfatório no corpo conduzindo a doenças. Um exemplo disto são as gastroenterites. Essa doença ocorre numa grande variedade de formas e pode apresentar um ou mais dos seguintes sintomas: enjoos, vômitos, dores de estômago, diarreia, dor de cabeça e garganta. Quando os banhistas se expõem a locais muito contaminados podem estar expostos a doenças mais graves tais como: disenteria, hepatite, cólera e febre tifoide. Outras doenças menos graves incluem dermatoses e infecções nos olhos, ouvidos, nariz e garganta. Houve vários surtos de doenças causadas pelo uso de águas recreacionais contaminadas com *E.coli*, *Shigella*, protozoários patogênicos, *Giárdia* e *Cryptosporidium*. No geral, ocorreram em corpos d'água pequenos e pouco profundos, normalmente frequentados por crianças. (WHO, 1999).

A saúde pública considera não apenas a possibilidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica aos banhistas, mas aquelas através da contaminação de alimentos oriundos do mar, consumidos crus ou parcialmente cozidos, como são comuns em cidades litorâneas (AZEVEDO, 2001).

Escherichia coli

Segundo Rodriguez-Angeles (2002), *E. coli* coloniza o intestino humano pouco tempo após o nascimento, sendo considerado um micro-organismo da biota normal. A espécie possui grande número de grupos e tipos sorológicos, identificados por meio de antissoros preparados contra as três variedades de antígenos, O, K e H. Conforme Campos *et al.* (2004), nem todas as amostras de *Escherichia coli* apresentam os três antígenos ao mesmo tempo, uma porcentagem variável das amostras é rugosa e, portanto, não tem antígeno O e muitas não possuem antígenos K e outras são imóveis, isto é, não possuem flagelos.

Conforme Nataro *et al.*(1998), *E. coli* foi dividida em seis grupos com relação aos fatores de virulência, produção de manifestações clínicas, epidemiologia e sorotipagem. Os grupos que são conhecidos como causadores de diarreias são: *E. coli* produtora de shiga Toxina (ST) também referida como *E. coli* Entero hemorrágica (EHEC); *E. coli* Enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* Enteropatogênica (EPEC) e *E. coli* Enteroinvasiva (EIEC). Há vários outros grupos de *E. coli* diarreia-gênica, incluindo *E. coli* Enteroagregativa (EaggEC) e difusamente agregada (DAEC) (VIEIRA *et al.*,2004).

Enterococcus spp.

Enterococcus spp. são patógenos oportunistas e sua biologia e taxonomia têm passado por alterações significativas ao longo do tempo (MARTINS *et al.*, 2011). O gênero foi criado em 1984, com a transferência de *Streptococcus faecalis* e *S.faecium* para *Enterococcus faecalis* e *E. faecium* (SCHELEIFER *et al.*,1984).

Enterococcus spp. é uma bactéria do grupo dos *Streptococos fecais*, pertencente ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado *Streptococos* do grupo D) caracterizado pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6, em Bile esculina e nas temperaturas de 10° e 45° C. A maioria das espécies de *Enterococcus spp.* é de origem fecal humana, embora possam ser isoladas de fezes de animais. São cocos ou cocobacilos Gram-positivos, catalase negativos e anaeróbios facultativos (BRASIL, 2000).

A técnica dos tubos múltiplos é usada para a determinação de *Enterococcus spp.* em águas residuais, doce e salina. No ensaio presuntivo é utilizado o caldo Azida Glicose e, para o teste confirmativo o ágar m-*Enterococcus spp.*. No teste presuntivo os tubos são incubados a 35°C por 48± 2 horas e o confirmativo a 35°C por 48 ± 2 horas. A positividade no caldo Azida é dada pela turvação do meio e a confirmação no ágar m-Enterococos pela presença de colônias típicas, escuras, com halo marrom (VIEIRA *et al.*,2004).

2.4.4 Fatores abióticos relacionados com o crescimento de coliformes

2.4.4.1 pH

A variação de pH no meio ambiente é muito grande tornando os micro-organismos tolerantes a diversas faixas de pH. A maioria cresce numa faixa de pH entre 6,5 a 8,5 (PELCZAR *et al.*, 1996).

As bactérias são divididas em três grupos quanto as faixas de valores de pH: as acidófilas (pH entre 1,8 e 5,0); neutrófilas (pH entre 5,0 e 9,0) nessa faixa encontra-se a maior parte das espécies de bactérias; alcalófilas (pH entre 9,0 e 11,0). Os coliformes encontram um melhor pH para seu desenvolvimento na faixa em torno de 4,4 a 9,0 (JAY, 2005).

2.4.4.2 Temperatura

Segundo Brenner (1984), a temperatura ótima de crescimento para *Escherichia coli* em meio aquático está na faixa de $36 \pm 1^\circ\text{C}$. Comparado com o trato digestivo, o ambiente marinho caracteriza-se por baixas temperaturas (TROUSSELIER *et al.*, 1998).

A água do mar é tóxica para bactérias coliformes e para organismos entéricos similares, essa toxicidade aumenta com temperaturas mais quentes. A temperatura é um fator importante a considerar na interpretação dos dados microbianos obtida em praias tropicais. Testes de crescimento bacteriano são mais significativos em animais de sangue quente de temperatura elevada do que em zonas de temperatura mais baixa. Bactérias endêmicas de ambientes tropicais adaptam-se em ambientes com altas temperaturas (MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001).

2.4.4.3 Salinidade

Quando os micro-organismos não são de origem marinha, possuem um grau de tonicidade intracelular igual ao que é produzido por uma solução salina de 0,85%-0,90% (JAY, 2005).

O ambiente marinho possui alta osmolaridade e limitação de nutrientes sendo então um ambiente hostil para *Escherichia coli* (GOURMELON *et al.*, 1997). Os fatores abióticos como salinidade, luz solar e produtos químicos podem alterar as populações microbianas no ambiente (MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001).

Os efeitos da diminuição da salinidade na água ocasiona um aumento na sobrevivência das bactérias. As bactérias coliformes sofrem choque osmótico quando são lançadas no ambiente marinho através das águas de esgotos residuais, ou seja, as células bacterianas por sintetizarem osmorreguladores moleculares específicos equilibram a pressão osmótica evitando grandes perdas de água através do citoplasma (ROZEN *et al.*, 2001).

Troussellier *et al.* (1998) estudando o conjunto de efeito da salinidade (3,7%) com a luz (cerca de 300Wm^{-2}) e a presença de matéria orgânica no ambiente (100mg.L^{-1}) verificaram que *E. coli* é sensível somente na presença de luz existindo ou não a presença de matéria orgânica.

2.5 Leveduras e sua patogenicidade

Conforme Kern *et al.* (1999), as leveduras são micro-organismos unicelulares com as funções vegetativas e reprodutivas. As leveduras causadoras de doenças humanas mais importantes são as espécies: *Candida albicans* que pode ser encontrada em fezes humanas e *Cryptococcuneo formans* em excrementos de pombos e outras aves, que, no entanto, não são infectados, por serem vetores dessa espécie para o ser humano.

A principal espécie do gênero *Candida*, causadora da candidíase é *C. albicans*, pois se reproduz mais no verão, sendo contraída em contato com areia de praia. São leveduras causadoras de infecções cutâneas, das mucosas, principalmente em mulheres, nas unhas e mais raramente, infecções disseminadas e profundas em indivíduos debilitados ou imuno deprimidos (KERN *et al.*, 1999). A densidade de micro-organismos na areia seca apresenta resultados superiores aos da água e da areia úmida ou molhada, sendo assim a areia seca é a zona recomendada para se fazer a avaliação no monitoramento de leveduras como a *Candida albicans* e também de bactérias (ABAE, 2008).

2.6 Legislação

2.6.1 Brasileira – CONAMA (BRASIL, 2000).

Devido à necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas foi aprovada a legislação brasileira (BRASIL, 2000) que impunha limites para bactérias indicadoras de qualidade sanitária e classifica as praias de acordo com esse número.

Densidades superiores aos limites estabelecidos para cada indicador, em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco semanas consecutivas, ou valores superiores ao valor máximo na última amostragem, caracterizam a praia como “Imprópria para recreação de contato primário”, comprometendo a qualidade sanitária das águas, correndo o risco de contaminação ao banhista e tornando, assim, desaconselhável a sua utilização para o banho (BRASIL, 2000).

A Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece critérios para a classificação das águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade, avaliada em quatro categorias diferenciadas como PRÓPRIA e IMPRÓPRIA, de acordo com as densidades de coliformes fecais, amostradas durante cinco semanas consecutivas. As categorias EXCELENTES, MUITO BOAS E SATISFATÓRIAS podem ser agrupadas em uma única classificação denominada PRÓPRIA. Essa classificação é realizada mediante a constatação de alguns grupos de micro-organismos indicadores de contaminação fecal e baseia-se na densidade de coliformes fecais, densidade de *Escherichia coli* ou densidade de *Enterococcus spp.*. Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas de acordo com o critério

mais restritivo, não obstante, deve-se levar em consideração que os padrões referentes aos *Enterococcus* spp. aplicam-se, somente, às águas marinhas (Quadro 2) (BRASIL,2000).

Quadro 2- Nível de tolerância dos indicadores utilizados para classificação da categoria da água das praias (Resolução CONAMA nº 274/00).

CATEGORIA		Coliforme Termotolerantes (NMP/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	<i>Enterococos</i> (NMP/100 mL)
PRÓPRIA	Excelente	Máx. de 250 em 80% ou mais tempo	Máx.de 200 em 80% ou mais tempo	Máx.de 25 em 80% ou mais tempo
	Muito Boa	Máx.de 500 em 80% ou mais tempo	Máx.de 400 em 80% ou mais tempo	Máx.de 50 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máx. de 1000 em 80% ou mais tempo	Máx.de 800 em 80% ou mais tempo	Máx.de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

*NMP= Número Mais Provável ;Fonte-CONAMA (2000) ;CETESB (2004)

No estado do Rio de Janeiro foi estabelecido limites máximos de colimetria de acordo com a RESOLUÇÃO da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) nº468 de 28 de janeiro de 2010 para serem utilizados na classificação da areia para recreações de contato primário (Quadro 3, Anexos).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de Coleta

Foram escolhidas duas praias do município de Aquiraz (Iguape e Presídio) (Figura 1) levando em consideração os dias de maior frequência de público, da fisiografia da praia e dos possíveis riscos de interferência na qualidade da água (possíveis fontes de contaminação fecal), como por exemplo: barracas de praia e presença de corpos de água afluindo ao mar (rios, riachos etc.). Os pontos de coleta são mostrados nas Figuras 2 e 3.

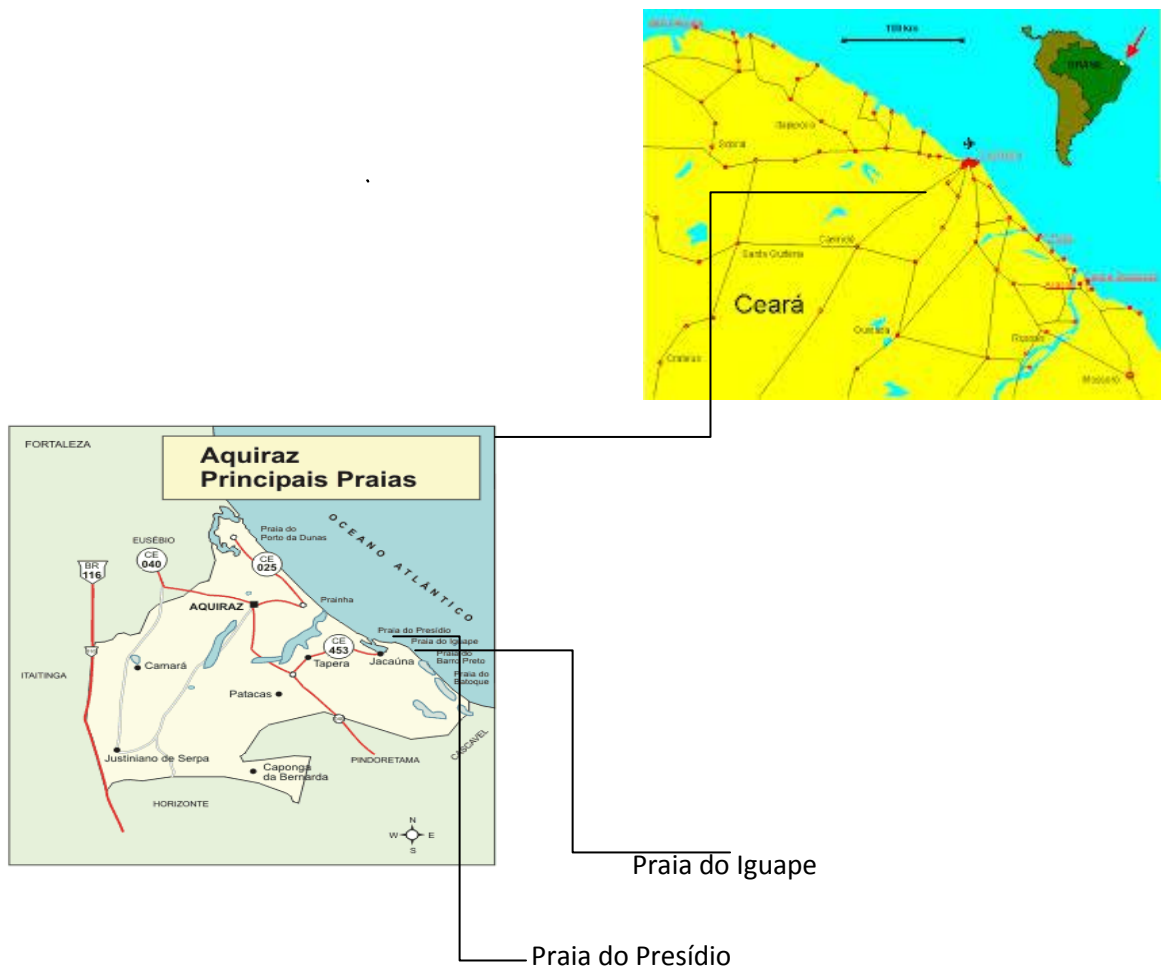


Figura 1 - Mapa do Brasil abrangendo o Estado do Ceará com o litoral Leste localizando a praia do Iguape e a praia do Presídio.

Fonte: [http://: www.aquiraz.ce.gov.br/imagens/mapaPraias.gif](http://www.aquiraz.ce.gov.br/imagens/mapaPraias.gif); [http://: www.canoaquebrada.com](http://www.canoaquebrada.com)



Figura 2- Ponto de coleta de água, areia seca e molhada na praia do Iguape em frente às barracas, Aquiraz- CE

Fonte: Própria



Figura 3- Ponto de coleta de água, areia seca e molhada na praia do Presídio em frente ao Hotel Jangadeiro, Aquiraz-CE.

Fonte : Própria

3.1.1 Amostragem das águas das praias

As amostras de água foram coletadas, semanalmente, às segundas-feiras pela manhã entre 07h00 min as 08h30 min durante os meses de Fevereiro e Maio de 2012 totalizando 12 amostras. Antes de coletar as amostras foi feita a medição da temperatura da água com um termômetro de mercúrio.

O método de amostragem consistiu em coletar as águas em frascos de cor âmbar estéreis, devidamente identificadas, com capacidade de 1000 mL, na profundidade de 1 metro abaixo da superfície da água, direcionando o frasco de modo que a boca ficasse no sentido contrário à correnteza. O volume de água amostrado respeitou a necessidade de um espaço vazio dentro do frasco, permitindo assim sua homogeneização, bem como a vida dos seres aeróbios durante várias horas.

Após as coletas as amostras foram preservadas em caixa térmicas (isopor) com placas térmicas e conduzidas ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, para as determinações de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp. e o tempo decorrido entre a coleta das amostras e o início do exame bacteriológico foi, em média, de três horas.

3.1.2 Amostragem de areias das praias

Foram realizadas semanalmente às segundas-feiras pela manhã entre 07h00min as 08h30min, simultâneas às coletas de água do mar, durante os meses de Fevereiro e Maio de 2012. Todas as coletas foram realizadas em frente às respectivas praias amostradas. Em cada praia foram colhidas 12 (doze) amostras de areia seca e 12 molhadas, totalizando 24 amostras ao final do experimento. Com o propósito de caracterizar duas zonas distintas da praia denominou-se: zona seca, que normalmente não é atingida pela água do mar, correspondente à área habitualmente frequentada pelos banhistas; e zona molhada, que sofre influência das marés.

Foi considerada em cada uma dessas zonas, uma área delimitada de 1m², de onde foram coletadas amostras de cerca de 500g, a uma profundidade de 5 a 15 cm, através de

espátulas esterilizadas que foram colocadas em sacos descartáveis (ziploc), devidamente identificados.

Após as coletas, os sacos foram acondicionados em caixa térmicos (isopor) e transportados ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, para as determinações de CT, *E. coli*, *Enterococcus* spp. e de Leveduras.

3.2. Experimentos no Laboratório

3.2.1 Análise da água do mar da praia do Iguape e do Presídio

3.2.1.1 Determinação dos valores de pH e Salinidade

Chegando ao laboratório foram realizadas as análises físico-químicas como: pH e salinidade da água do mar, utilizando potenciômetro (pH) e refratômetro portátil (salinidade).

3.2.1.2 Preparo das diluições das amostras para exame bacteriológico

As amostras de água foram homogeneizadas vigorosamente no mínimo 25 vezes e com assepsia. O exame bacteriológico das águas salgadas provenientes das praias urbanas de Aquiraz-CE seguiu a metodologia descrita pelo APHA (1998), baseada na técnica dos Tubos Múltiplos.

3.2.1.2.1 Determinação do Número Mais Provável (NMP/100 mL) de coliformes termotolerantes (CT) e pesquisa de *Escherichia coli* para água do mar da praia do Iguape e do Presídio.

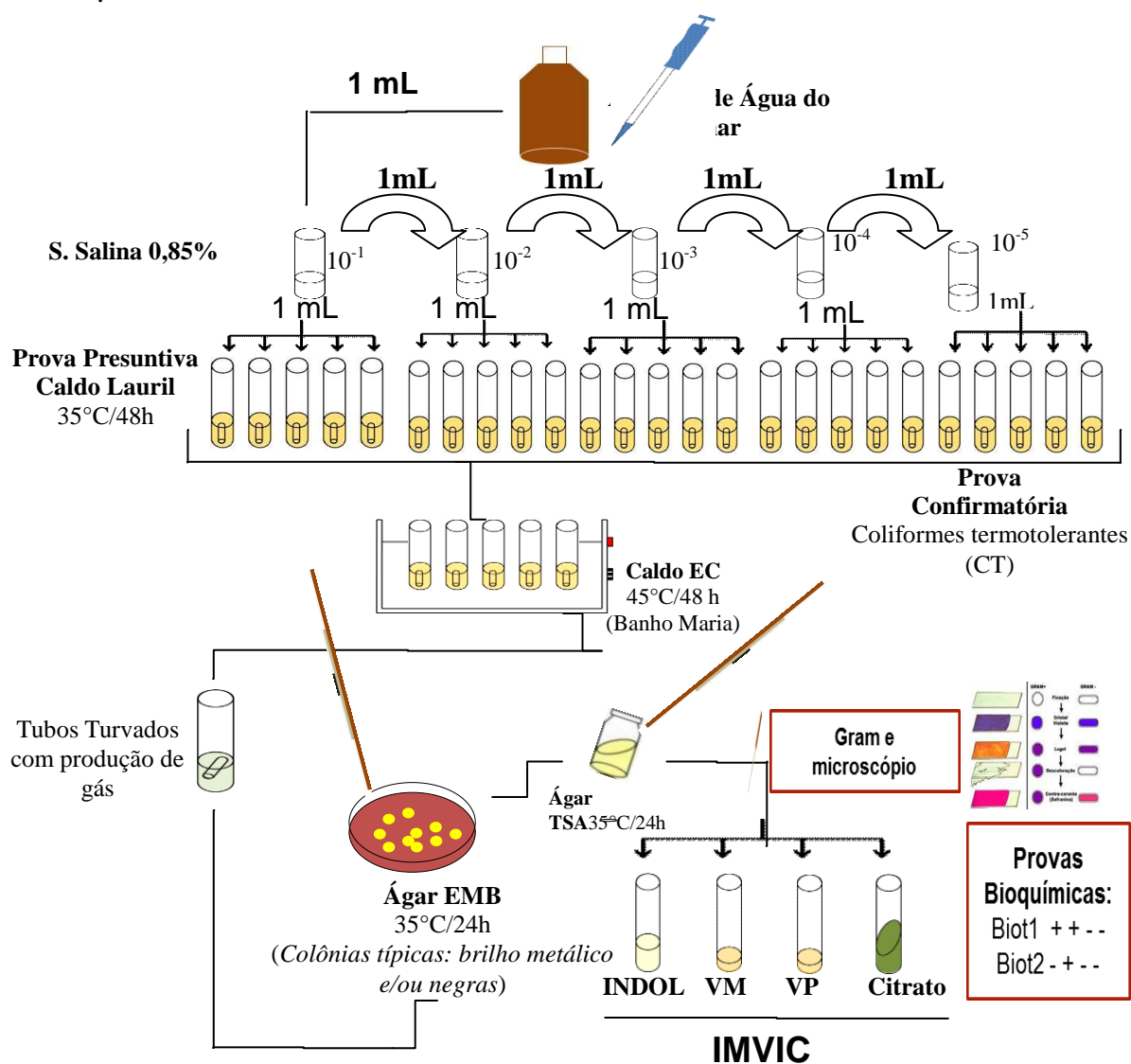
Prova Presuntiva

A amostra foi diluída em tubos contendo 9 mL de solução salina 0,85% (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) a partir do método das diluições sucessivas. De cada diluição foi inoculado 1 mL nos tubos contendo 10 mL do meio de cultura Caldo Lauril Sulfato (LST), com cinco repetições de cada uma delas, totalizando 25 tubos no total. Após a inoculação, os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 48 horas.

Prova confirmatória

Os tubos que apresentarem turvação no meio de LST e produção de gás no interior dos tubinhos de Durham foram considerados positivos sendo então transferidos inóculos para outros tubos contendo caldo EC e incubados a 45°C em banho-maria / 48h, expressando em NMP de coliformes termotolerantes. Após 48 h foram anotados os resultados positivos e calculado o NMP/100 mL através da tabela de Hoskins (APHA, 2005)(Figura 4).

Figura 4-Fluxograma de identificação do grupo dos coliformes nas amostras de água e areia nas praias do Iguape e Presídio, Aquiraz- CE .



Os resultados para o IMVIC da *E.coli* são: Indol (+), VM (+), VP (-) e Citrato (-) (biótipo 1) ou Indol (-), VM(+), VP(-) e Citrato(-)(biótipo 2) (VIEIRA *et al.*,2004).

3.2.1.2.2 Isolamento e identificação de *Escherichia coli* (Prova Completa)

A partir de cada tubo positivo do meio EC foi feito estriamento com alça de platina em duas placas de Petri com o meio Ágar de Eosina Azul de Metileno (EMB) e depois incubados a 35°C por 24h. Após esse tempo foram pescadas 2 a 3 colônias típicas de cada placa e estriados dois tubos contendo o meio Ágar Trípticase de Soja (TSA) inclinado para cada colônia totalizando quatro tubos de TSA para cada placa (Figura 4).

Classificação morfológica e bioquímica das cepas de *E. coli*

Após 24 h de incubação em estufa a 35°C, dos tubos com crescimento em TSA inclinados foram feitas lâminas coradas pelo método de Gram para comprovação de bastonetes Gram negativos (PELCZAR *et al.*, 1996) (Figura 4).

Testes bioquímicos do Indol, Voges Proskauer, Vermelho de Metila e Citrato (IMVIC)

Produção de Indol (I)

Das culturas em TSA inclinado, foram inoculados tubos com Ágar SIM (SIM) e incubados a 35°C por 48 horas. Após esse tempo foram acrescentados nos tubos 0,2 a 0,3mL de reagente de Kovacs. O aparecimento de um anel vermelho indicava positividade no teste (Figura 4).

Teste de Voges-Proskauer (VP)

A partir das culturas em TSA inclinado, foi inoculado tubos de ensaio com caldo Vermelho de metila - Voges-Proskauer (MR-VP) e incubados a 35°C por 48h. Após esse tempo, foram transferidos 1 mL do crescimento para tubos de ensaio com 0,6 mL de α -naftol e 0,2 mL de KOH a 40%. O tubo foi agitado vigorosamente, ficando em repouso após a adição de cada reagente. O teste foi considerado positivo com o surgimento de uma coloração vermelha ou rósea (Figura 4).

Teste do Vermelho de Metila (VM)

A partir das culturas em TSA inclinado, foram inoculados tubos de ensaio com meio MR-VP e incubados a 35°C por 96 h. Após esse período, foram adicionadas cinco gotas de uma solução de vermelho de metila. O desenvolvimento de uma cor vermelha indicava a positividade do teste (Figura 4).

Teste de Citrato (C)

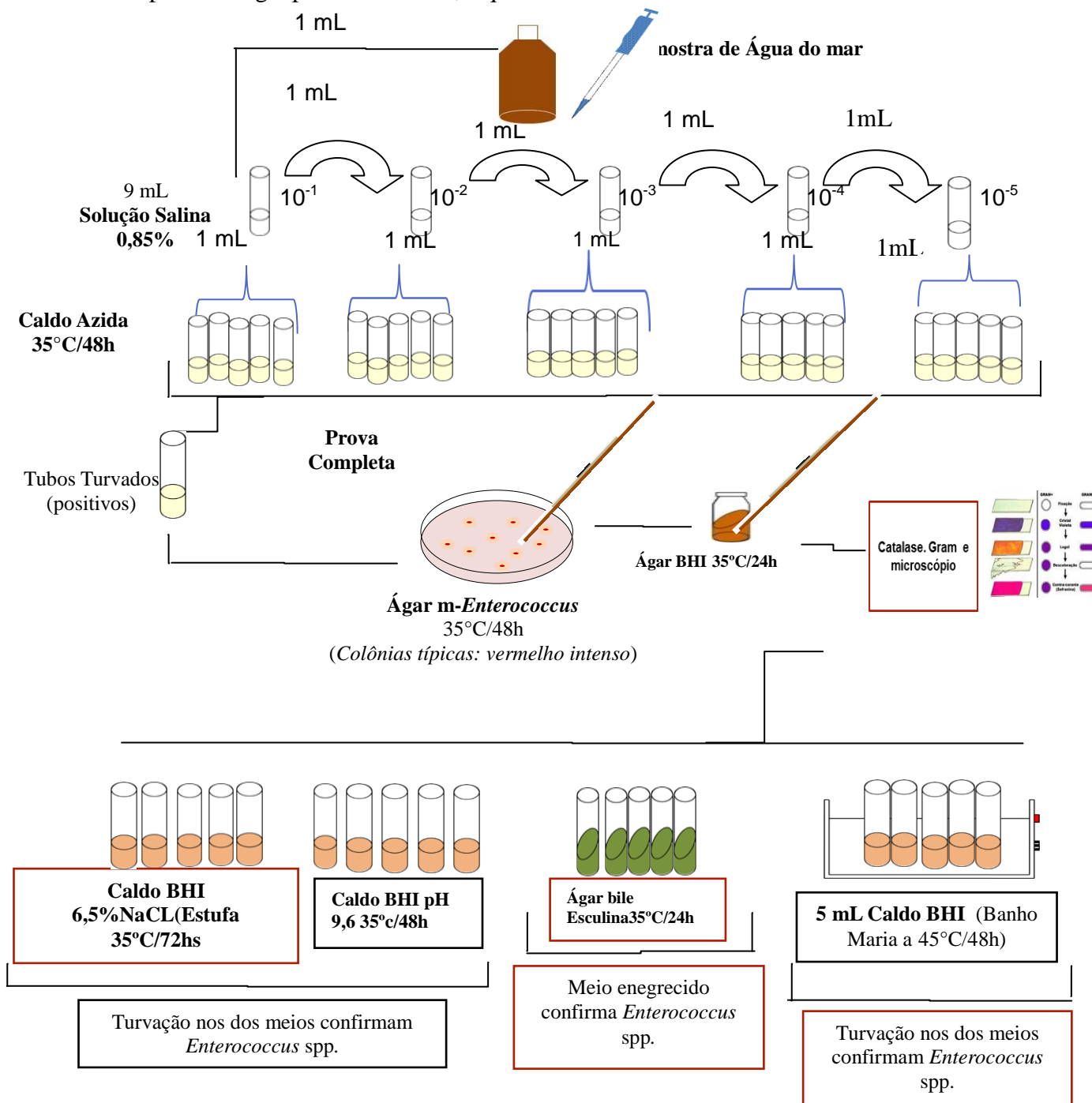
Tubos com ágar citrato de Simmons(C) inclinados foram estriados e logo depois incubados a 35°C por 96 h. Mudança da coloração do meio de verde para azul era considerado citrato positivo, sendo para *E. coli* citrato negativo (Figura 4).

3.2.1.2.3 Número Mais Provável (NMP) de *Enterococcus* spp. das amostras de água do mar das praias do Iguape e do Presídio.

Prova Presuntiva

A amostra (frasco de cor âmbar) foi diluída em cinco tubos de ensaio contendo 9 mL de Solução salina 0,85% , a partir daí realizou-se uma série de cinco tubos de ensaio(10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}), contendo em cada tubo 10 mL de caldo Azida Glicose. Depois foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 48 h. Após 48 horas as que apresentaram turvação do meio foram consideradas positivas, denotando assim crescimento microbiano (Figura 5).

Figura 5–Fluxograma para a identificação do grupo *Enterococcus* spp. na água e na areia das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz-CE.



Prova completa

De cada tubo positivo no Caldo Azida Glicose realizou-se um estriamento por esgotamento em placas de Petri contendo o meio ágar m- Enterococcus (pH 7,5). As placas foram incubadas invertidas a 35 °C por 48h. Foi observado após as 48 horas a ocorrência da formação de colônias típicas vermelhas ou escuras com halo marrom no meio (m-Enterococcus). Pescaram-se duas colônias de cada placa de Petri logo após foi realizado o estriamento em tubos contendo Ágar BHI inclinado. Os tubos foram incubados a 35°C por 24 h e, posteriormente, as colônias puras foram submetidas aos testes de catalase e à coloração de Gram. Logo após foi transferido uma alçada da cultura para tubos contendo Caldo Infusão Cérebro Coração (BHI) e incubados a 35°C por 24 h para obtenção do inóculo. Após 24 h foi realizado a inoculação dos tubos contendo Caldo BHI pH 9,6 incubados a 35°C/48h, em Caldo BHI a 45°C/48h, em Caldo BHI contendo 6,5% de NaCl a 35°C/72h e em ágar Bile Esculina a 35°C/24h (Figura 5).

Teste de Catalase

Após 24 horas os tubos com ágar BHI inclinado foram retirados e transferidos com uma alça de platina para uma placa de Petri (esterilizada) e logo após foi adicionado uma gota de H₂O₂ (água oxigenada) a 3%, com objetivo de observar o borbulhamento imediato (resultado positivo) ou não borbulhamento (resultado negativo). Os *Enterococcus* são catalase negativos e apenas as culturas negativas necessitam seguir para as etapas posteriores de confirmação (Figura 5).

Coloração de Gram (Pelczar, 1996)

A partir dos tubos de Ágar BHI, realizou-se esfregaço em lâmina para a coloração de Gram identificando-os no microscópio óptico (*Enterococcus* é Gram positivo, arranjados aos pares ou cadeias curtas).

Crescimento em ágar Bile Esculina

A partir dos tubos de Caldo BHI, tomou-se uma alçada da cultura e estriou-se em tubos contendo Ágar Bile Esculina. Os tubos foram incubadas a 35°C/24h, a ocorrência de crescimento indica resistência à presença de 40% de bile e a formação de meio enegrecido com halo marrom indicando hidrólise da esculina. *Enterococcus* apresentam características positivas na esculina (Figura 5).

Crescimento em Caldo BHI e pH 9,6

A partir dos tubos de Caldo BHI, tomou-se uma alçada da cultura transferindo para tubos de Caldo BHI com pH 9,6. Os tubos foram incubados a 35°C/48h observando a ocorrência ou não de crescimento através da turvação do meio (Figura 5).

Crescimento em Caldo BHI na presença de 6,5% de NaCl

A partir dos tubos de Caldo BHI, tomou-se uma alçada da cultura transferindo para tubos de Caldo BHI suplementado com 6,5% de NaCl. Os tubos foram incubados a 35°C/72h observando a ocorrência ou não de crescimento. *Enterococcus* crescem em 6,5% de NaCl (Figura 5).

Crescimento em Caldo BHI a 45°C

A partir dos tubos Caldo BHI, tomou-se uma alçada da cultura transferindo para tubos de Caldo BHI. Os tubos foram incubados a 45°C /48h observando a ocorrência ou não de crescimento. *Enterococcus* crescem a 45°C (Figura 5).

3.2.2. Análise das areias secas e molhadas das praias do Iguape e Presídio

3.2.2.1 Preparo das diluições das amostras

Em um Erlenmeyer de 500 mL foram colocados 25 g de sedimento que foram diluídos em 225 mL de uma solução salina a 0,85% (previamente esterilizada). A essa mistura seguiu-se uma homogeneização por 30 minutos (para cada amostra de areia seca e molhada das duas praias).

*3.2.2.2 Determinação através do Número Mais Provável (NMP/100 mL) de coliformes termotolerantes (CT), pesquisa de *Escherichia coli* e *Enterococcus spp.**

A estimativa do NMP de CT das amostras de areia seca e molhada seguiu a mesma metodologia citada para água. Os resultados da areia eram dados em NMP de coliformes /g e os da água eram apresentados por 100 mL. Por outro lado, para água a repetição dos tubos inoculados com cada diluição era em número de cinco e para as amostras de areia eram inoculados tubos em triplicata sendo a diluição 10^{-1} o próprio frasco (Figura 4 e 5) (VIEIRA *et al.*, 2004).

3.2.2.3 Estimativa da população de *Enterococcus spp.* através do Número Mais Provável (NMP) para areia seca e molhada das praias do Iguape e Presídio

A metodologia é a mesma utilizada para análise da água diferenciando na quantidade da repetição dos tubos inoculados que para a água era em número de cinco e para as amostras de areia eram inoculados tubos em triplicata sendo a diluição 10^{-1} o próprio frasco contendo a amostra diluída em 225 mL de solução salina 0,85% (Figura 4 e 5) (VIEIRA *et al.*, 2004).

3.2.2.4 Contagem de Leveduras nas areias secas e molhadas das praias do Iguape e Presídio

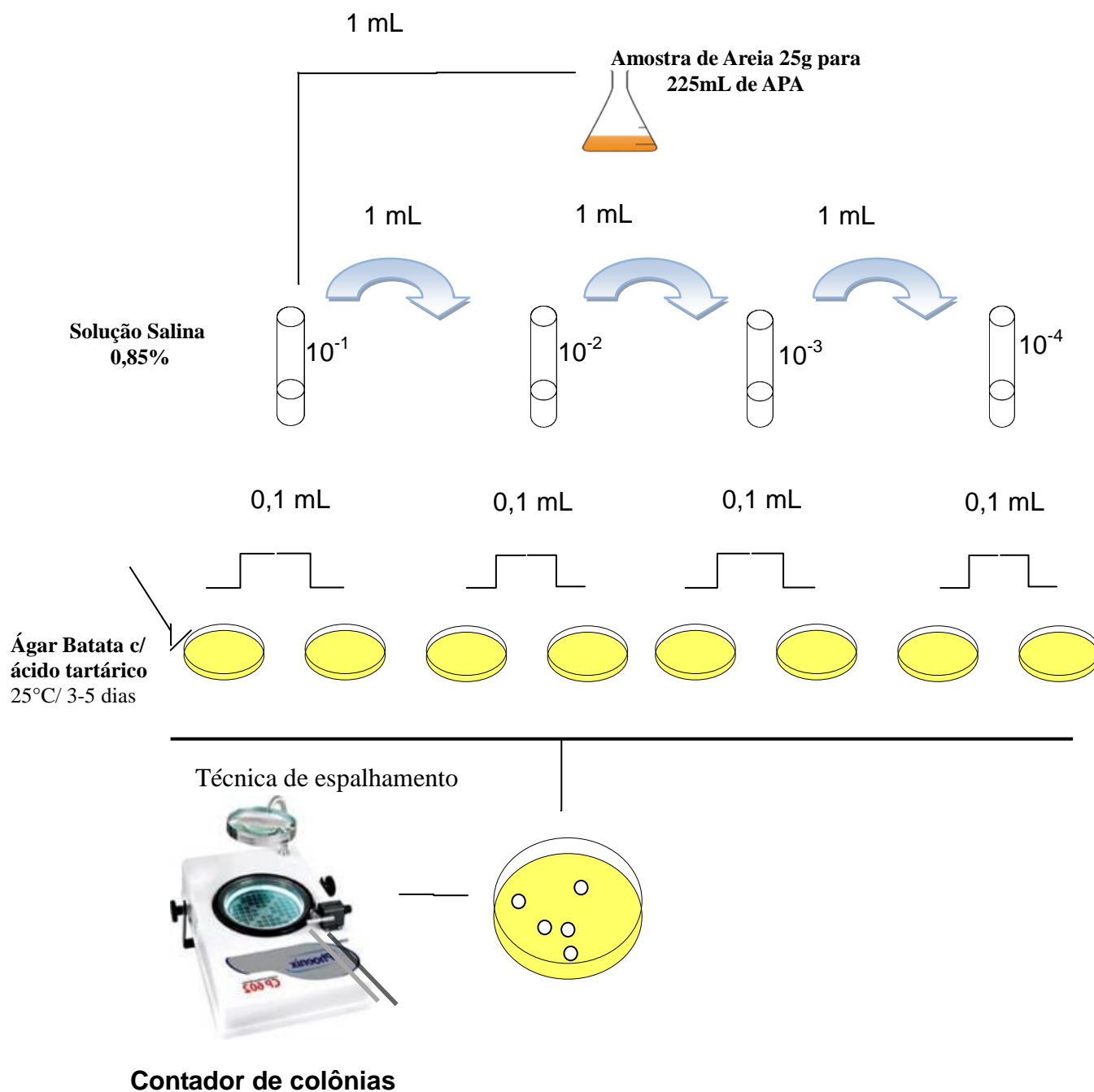
Seguiu-se a mesma metodologia, tanto para areia seca como para a molhada, na contagem de leveduras. Foram pesadas 25 g da amostra em placas de Petri (esterilizada) e homogeneizadas em 225 mL de água peptonada 0,1% APA (esterilizada) durante 30 minutos em agitador magnético. Após esse procedimento foram feitas diluições sucessivas (10^{-1} até 10^{-4}) em água peptonada a 0,1% (APA) (Figura 8). De cada diluição foram tomados 0,1 mL e estriados com alça de Drigalsky em placas de Petri contendo meio de cultura Ágar Batata Dextrose (Difco) esterilizado acidificado com ácido tartárico (pH 3,5) utilizando a técnica de espalhamento. As placas foram incubadas a 25°C por 3 a 5 dias (Figura 6).

Contagem de colônias

As placas cujas diluições apresentavam um limite de 15 a 150 colônias foram contadas. Os resultados foram calculados através da Expressão :

Contagens de colônias da placa **versus** o inverso da diluição escolhida = UFC de leveduras/g da amostra (VIEIRA *et al.*, 2004).

Figura 6- Fluxograma da contagem de Leveduras (areia seca e molhada) pelo método de Contagem Padrão em Placas (CPP).



3.3 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas em duas etapas: (1) para verificar se houve diferença estatisticamente significativa dos parâmetros analisados entre as praias do Iguape e Presídio, sendo adotado o teste estatístico t de Student, não pareado e bilateral, com $\alpha=5\%$ e (2) para verificar se houve diferença estatisticamente significativa entre os microcosmos analisados (por parâmetro) para cada praia, adotando a Análise de Variância (ANOVA) com $\alpha=5\%$. Foi investigado, inicialmente, se os dados apresentavam os pré-requisitos de distribuição normal e homocedasticidade e, nos casos contrários, foram logartmizados para análise. Para isso foi utilizado o Programa estatístico StatSoft Statistica na versão 7.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de analisar as amostras de água e areia das praias do Iguape e do Presídio seguindo a metodologia citada no capítulo anterior, foram obtidos os seguintes resultados:

Os dados obtidos para os parâmetros ambientais (temperatura, pH, salinidade) das amostras de água das duas praias figuram na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros Físico-Químicos (temperatura, pH, salinidade) das águas do mar das praias do Iguape e Presídio, Aquiraz- CE

Coletas	Parâmetros físico-químicos					
	Praia do Iguape			Praia do Presídio		
	T°C	pH	Salinidade (ppm)	T°C	pH	Salinidade (ppm)
1	28	8,10	37	28	8,40	35
2	28	8,10	38	28	8,14	37
3	28	7,88	38	28	8,00	38
4	28	8,03	38	28	8,11	38
5	28	8,11	35	28	8,10	37
6	28	8,10	37	28	8,15	38
7	28	8,10	37	28	8,00	38
8	27	7,90	37	27	8,00	37
9	28	8,00	37	28	8,10	37
10	28	7,87	37	28	8,00	36
11	28	7,88	39	28	7,86	38
12	27	7,60	38	27	7,90	39

As temperaturas da praia do Iguape e do Presídio apresentaram um mínimo de 27°C e um máximo de 28°C, o resultado foi similar ao descrito por Vieira *et al.* (2001) referente às praias do Futuro e do Meireles as quais apresentaram temperaturas de 23,5 a 31°C e 24 a 31°C, respectivamente. As temperaturas obtidas no presente trabalho encontram-se na faixa das mesófilas, tornando-se então um risco para o ser humano com relação à poluição por *Escherichia coli* e Enterobactérias patogênicas presentes em águas quentes e ricas em matéria orgânica (GAUTHIER *et al.*, 1993).

Os valores de pH obtidos na praia do Iguape variaram de 7,60 a 8,11, enquanto que, na praia do Presídio a variação foi de 7,86 a 8,40. O pH apresentou pouca discrepância, situando-se sempre na faixa da alcalinidade, similar aos resultados obtidos por Vasconcelos (2005) de 7,62 a 8,54 na praia de Iracema e 7,63 a 8,53 na praia do Náutico. O pH da água do mar situa-se normalmente entre 7,5 e 8,5 sendo influenciado pela temperatura, pressão, atividades fotossintéticas e respiratórias dos micro-organismos (ROSEN *et al.*, 2001). Conforme os autores, um pH ácido, na faixa de 5,0 favorece a sobrevivência de *E.coli*, já a faixa em torno de 8,0 exerce um efeito deletério na sobrevivência da bactéria.

A salinidade na praia do Iguape variou de 35 a 39 ppm, enquanto que, na praia do Presídio essa variação foi de 36 a 39. Os resultados foram parecidos com os encontrados por Vieira *et al.* (2001) para a praia do Futuro de 36 a 38,5 e para a praia do Meireles 37 a 40. Conforme Munro *et al.* (1987) demonstraram, as bactérias se adaptam em meio salino proporcionando um aumento da sobrevivência delas no ambiente marinho. A sobrevivência das bactérias entéricas na água do mar, acreditava-se até a década de 70, que era de curta duração, sendo destruídas muito rapidamente pelos fatores abióticos ou antagonistas (temperatura, radiação solar, salinidade, pH, etc.) representando um “fator de autodepuração” do meio marinho (GAUTHIER *et al.*, 1993).

A situação climática variou entre ensolarada, nublada e chuvosa nas duas praias em estudo. Foi observado que durante o período chuvoso ocorridos nos meses de Janeiro a Maio de 2012 o índice pluviométrico variou de 0 mm a 888,0 mm (Quadro 5, anexo). Todo ano, mais precisamente no mês de Abril, é de costume na região o canal de ligação entre o mangue do Iguape e a praia do Presídio ser aberto com objetivo de evitar que a água invada as residências. Devido a este procedimento as bactérias de esgotos das residências ribeirinhas ao mangue são carregadas até a praia do Presídio (durante a 8ª coleta dessa pesquisa). No Município do Iguape não existe tratamento de esgoto sanitário adequado no local possibilitando assim a contaminação da água do mangue e do mar da praia do Iguape e do Presídio (Figuras 7 e 8) tornando-as impróprias para banho. A observação feita anteriormente pode ser confirmada através das informações fornecidas pela CETESB (2004) de que as chuvas carregam esgotos, lixos e outros detritos para as praias, produzindo um aumento na densidade de bactérias nas águas litorâneas, sendo então consideradas as principais causadoras da deterioração da qualidade das águas das praias.



Figura 7-Foto das residências que ficam nas margens do mangue do Município do Iguape até a praia do Presídio, incluindo a abertura do canal.

Fonte: <http://www.fortalezabeaches.com/praiadoiguape.html>



Figura 8-Abertura do canal entre a praia do Presídio e o mangue do Iguape.

Fonte : Própria

Os valores obtidos para o NMP de CT, de *Escherichia coli* e de *Enterococcus* spp./100 mL relativos às amostras da água da praia do Iguape e do Presídio são apresentados na Tabela 2 e nas Figuras 9 e 10.

Tabela 2- Classificação da balneabilidade das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz-CE através da quantificação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT), de *E.coli* e de *Enterococcus* spp. em amostras de água da praia.

Coletas	Col. Termotolerantes (NMP/100mL)				<i>E. coli</i> (NMP/100mL)				<i>Enterococcus</i> spp. (NMP/100mL)			
	Iguape	Cl	Presídio	Cl	Iguape	Cl	Presídio	Cl	Iguape	Cl	Presídio	Cl
1	14.000		450		610		450		< 1,8		1.400	
2	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		7.900		< 1,8	
3	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	2.300	I	2.300	I
4	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		3.300		780	
5	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		2.300		4.900	
2	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		7.900		< 1,8	
3	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		2.300		2.300	
4	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	3.300	I	780	I
5	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		2.300		4.900	
6	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		23.000		17.000	
3	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		2.300		2.300	
4	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		3.300		780	
5	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	2.300	I	4.900	I
6	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		23.000		17.000	
7	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		33.000		4.600	
4	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		3.300		780	
5	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		2.300		4.900	
6	< 1,8	I	< 1,8	I	< 1,8	I	< 1,8	P	23.000	I	17.000	I
7	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		33.000		4.600	
8	46.000		180.000		35.000		240		1.400.000		49.000	
5	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		2.300		4.900	
6	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		23.000		17.000	
7	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	< 1,8	P	33.000	I	4.600	I
8	46.000		180.000		35.000		240		1.400.000		49.000	
9	200		< 1,8		200		< 1,8		7.900		7.900	
6	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		23.000		17.000	
7	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		33.000		4.600	
8	46.000	P	180.000	P	< 1,8	P	240	P	1.400.000	I	49.000	I
9	200		< 1,8		35.000		< 1,8		7.900		7.900	
10	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		3.100		450	
7	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		33.000		4.600	
8	< 1,8		< 1,8		< 1,8		240		1.400.000		49.000	
9	46.000	P	180.000	P	< 1,8	P	< 1,8	P	7.900	I	7.900	I
10	200		< 1,8		35.000		< 1,8		3.100		450	
11	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		1.700		17.000	
8	< 1,8		< 1,8		< 1,8		240		1.400.000		49.000	
9	46.000		< 1,8		< 1,8		< 1,8		7.900		7.900	
10	200	P	180.000	P	< 1,8	P	< 1,8	P	3.100	I	450	I
11	< 1,8		< 1,8		35.000		< 1,8		1.700		17.000	
12	930		200		610		200		780		2.300	

Cl- Classificação; I-Imprópria; P- Própria

Figura 9 - Quantificação dos CT, *E.coli* e *Enterococcus* spp. através do Número Mais Provável (NMP) em amostras de água coletada na praia do Iguape, Aquiraz-CE.

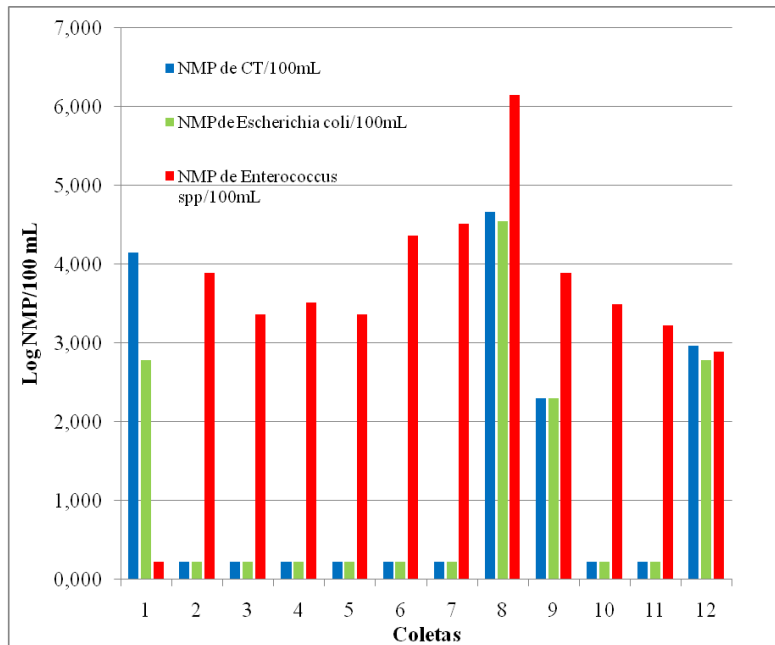
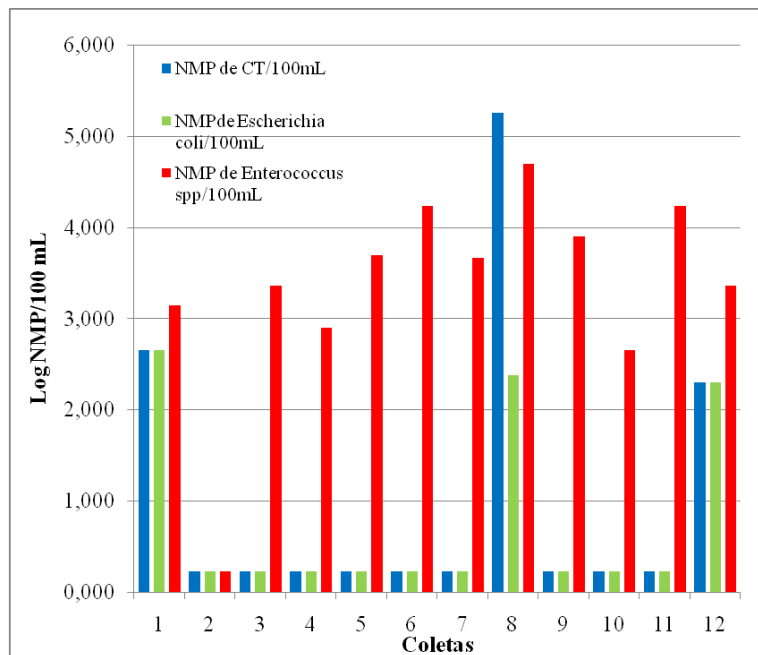


Figura 10- Quantificação dos CT, *E.coli* e *Enterococcus* spp. através do Número Mais Provável (NMP) em amostras de água coletada na praia do Presídio, Aquiraz-CE.



Na Tabela 2 pode-se observar que houve uma variação de $< 1,8$ a 46.000 CT/100 mL nas amostras de água da praia do Iguape e que o valor máximo ocorreu na oitava amostra do experimento e o mínimo se repetiu em todas as outras, o que fez com que somente na semana da oitava coleta essa praia fosse considerada Imprópria para banho. Provavelmente foi devido a abertura do canal que liga o mangue do Iguape com a praia do Presídio. Sales (2006) analisando a água da praia de Redinha Nova-RN encontrou valores de CT de 50 a 90.000 NMP/100 mL, semelhantes aos encontrados nas águas da praia do Iguape. Estudos sobre as condições sanitárias das praias de São Luiz realizadas por Mourão (2006 apud SIQUEIRA *et al.*, 2009) registraram índices de coliformes termotolerantes em torno de 2.800 NMP/100 mL, na praia ponta da Areia o que fez com que ela fosse classificada fora do padrão de aceitabilidade.

Semelhante à praia do Iguape, as amostras de água do mar da praia do Presídio apresentaram uma variação de $< 1,8$ a 180.000 CT/100 mL, tendo o valor máximo também ocorrido na oitava amostra do experimento e a Impropriedade caída, segundo a contagem de CT. Apesar de o resultado apresentar uma semelhança na condição de impropriedade dada na mesma semana daquela apontada para a praia do Iguape, os valores foram quase quadruplicados. Lourenço *et al.* (2009) analisando a água da praia das Barreiras, em Camocim no Ceará, encontrou valores de CT muito menores: de 7 a 1100/100 mL, sendo essa praia considerada própria em todas as semanas de seus experimentos. Conforme resultados obtidos e comparando-os com os dados levantados por Vieira *et al.* (2002) as águas das praias estudadas estariam melhores que as da Formosa e do Futuro consideradas impróprias pelos autores durante o estudo da balneabilidade dessas praias cearenses. Mas desse estudo para hoje já se vão 11 anos e muitos parâmetros podem ter mudado, tais como as construções de residências à beira-mar, galerias pluviais entre outras edificações, acarretando o aumento da poluição dessas águas. Vasconcelos (2005) avaliando as condições microbiológicas da água do mar da praia do Náutico e da praia de Iracema encontrou resultados para o NMP de CT e *E.coli* /100 mL em torno de $<1,8$ a 160.000 e $<1,8$ a 170.000 e de $<1,8$ a 10.000/100 mL, respectivamente. Enquanto que Vieira *et al.* (2007) classificando as águas das praias do Meireles e do Futuro encontraram índices de CT além do permitido

pelo CONAMA bem como um NMP de *Enterococcus* spp. /100 mL em torno de <1,8 a 1.100 e de <1,8 a 1.300 os que por si já era um indício de Impropriedade dos pontos analisados nessas praias.

Os resultados obtidos para o NMP de *Escherichia coli* nas amostras de águas da praia do Iguape apresentaram um mínimo de < 1,8/100 mL na maioria das amostras e um máximo na oitava amostra de 35.000/100 mL (Tabela 2). Igualmente, Lourenço *et al.* (2009) encontraram valores na praia do Odus em Camocim (CE) em torno de 4 a 1.100/100mL. Outrossim, Andraus (2006) quantificando CT em amostras de água da praia de Matinhos (PR) encontrou valores para NMP em torno de 20 a 130.000 NMP/100ml. Conforme Vieira *et al.*(2001), quando se quer constatar que a contaminação ocorreu através de esgotos um dos patógenos mais importantes para ser pesquisado é *E.coli*. Essa bactéria tem como um dos fatores limitantes a salinidade, que influencia na velocidade de sua multiplicação. Além disto, outros fatores podem também importar na sua sobrevivência tais como a temperatura, radiação solar e competição com outros micro-organismos. Castro *et al.* (2006) trabalhando com um microcosmo experimental com água marinha e *Escherichia coli* ressaltaram o efeito da radiação solar associado à temperatura sobre essa bactéria. A cepa de *E.coli* com a qual os autores trabalharam havia sido isolada de uma galeria pluvial em Fortaleza.

Os resultados para o NMP de *Escherichia coli* nas amostras de água da praia do Presídio apresentaram um resultado mínimo de < 1,8 NMP/100 mL na maior parte das amostras e um máximo na oitava amostra de 240 NMP/100 mL (Tabela 2), o que fez com que a praia, baseada nesse parâmetro, estivesse própria para banho em todas as semanas de coleta, já que só se torna imprópria quando ultrapassa os 800 em mais de 20% do tempo ou sua densidade é maior que 2.000 na última medição (BRASIL, 2000). Lourenço *et al.* (2009) analisando a água da praia das Barreiras em Camocim no Ceará encontrou valores de *Escherichia coli* em torno de 2 a 170/100 mL considerando-a própria para utilização dos banhistas.

Os resultados obtidos para o NMP de *Enterococcus* spp. nas amostras de água da praia do Iguape apresentaram um resultado mínimo na primeira semana de < 1,8/100 mL e durante as outras semanas esses valores aumentaram sendo o máximo obtido na oitava amostra de 1.400.000/100 mL (Tabela 2). Entretanto esse aumento gradual dos valores de *Enterococcus* spp., nas amostras de água da praia do Iguape fez com que a praia

fosse considerada imprópria para banho em todas as semanas de coleta, em razão dos resultados nas contagens desse gênero bacteriano terem ultrapassado o exigido pela legislação. Quando se analisa todos os parâmetros deve-se levar em consideração o mais restritivo (BRASIL, 2000), no caso os *Enterococcus*. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2006) na praia da Ponta de Areia em São Luís-MA.

Os resultados obtidos para o Número Mais Provável (NMP) de *Enterococcus* spp. nas amostras de água da praia do Presídio apresentaram um mínimo na segunda semana de < 1,8/100 mL e durante as outras semanas aumentaram, sendo o valor máximo obtido também na oitava amostra de 49.000 /100 mL (Tabela 2), o que fez com que a praia fosse considerada imprópria para banho em todas as semanas de coleta. O raciocínio é o mesmo usado para avaliação da praia do Iguape.

Resultados obtidos por Silva (2006) em amostras de água da praia do Calhau (São Luís- MA) apresentaram concentrações elevadas de *Enterococcus* spp. (NMP de 170 a 1600 CT /100mL) caracterizando-as impróprias para banho. Igualmente, Dalfior (2005) analisando a água do Ponto 12, no período do verão, na praia da Curva da Jurema (Vitória-ES) encontrou resultados semelhantes aos do presente estudo. Uma das justificativas para o elevado número de *Enterococcus* spp. foi o fato de esse ponto estar a 100 metros de distância do lançamento de esgoto. Segundo Mcfeters *et al.*(1974) através de vários estudos *Enterococcus* spp. foi eleito como indicador de excelência para a classificação da qualidade das águas de origem marinha, por possuir inúmeras vantagens tais como: não crescer no ambiente e apresentar um amplo tempo de sobrevivência na água marinha, sendo mais resistentes quando comparado aos coliformes termotolerantes e a *Escherichia coli*. Com o aumento de doenças causado por *Enterococcus* spp., principalmente nosocomiais (infecções hospitalares), esse gênero tornou-se, recentemente, de grande relevância médica (BLANCH *et al.*,2003; ANDRE *et al.*,2005). Por ser indicador de contaminação de origem fecal, sua presença na água evidencia inadequação nas condições sanitárias da água da praia o que pode causar doenças nos usuários da praia tais como gastroenterites, se ingerida, dentre outras (DUARTE, 2011).

Análise microbiológica nas areias secas das praias do Iguape e Presídio

A areia seca da praia do Iguape apresentou os seguintes resultados para CT entre <3,0 e 4.600/g na décima primeira semana; para *E.coli* entre <3,0 e 240/g na terceira semana e para *Enterococcus* spp.: entre 43 e 10.000/g na oitava semana. No Brasil a legislação 274 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)(BRASIL,2000) não limita bactérias para areia, mas no art.8 recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações. Diante dessa afirmação lançou-se mão da Resolução de Portugal (ABAE, 2002) (Quadro 4, Anexos) que limita como o máximo permitido para o NMP de CT e o de *Enterococcus* spp. em 20/g em amostras de areia seca para que uma praia seja considerada Própria. Segundo essa Resolução a praia pelo seu parâmetro mais restritivo, o NMP de *Enterococcus* spp./g, seria considerada Imprópria em todas as semanas de estudo (Tabela 3).

Tabela3- Quantificação através do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT), NMP de *E.coli*, NMP de *Enterococcus* spp. e de Leveduras nas amostras de areia seca das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz-CE

Coletas	Col. Termot.(CT) NMP/g		E.coli NMP/g		<i>Enterococcus</i> spp. NMP/g		Leveduras UFC/g	
	Iguape	Presídio	Iguape	Presídio	Iguape	Presídio	Iguape	Presídio
1	3,6	<3,0	3,6	<3,0	930	9,2	645	<10
2	75	9,2	20	9,2	230	930	115	<10
3	15	<3,0	240	<3,0	430	3,6	860	<10
4	23	<3,0	23	<3,0	4.300	3,6	7.750	<10
5	9,2	<3,0	9,2	<3,0	1.100	920	80	<10
6	< 3,0	<3,0	<3,0	<3,0	150	<3,0	1.220	<10
7	< 3,0	<3,0	<3,0	<3,0	43	<3,0	<10	<10
8	< 3,0	2.400	<3,0	2.400	10.000	3,6	7.450	<10
9	2	<3,0	2	<3,0	9.200	3,6	130	<10
10	2.300	<3,0	240	<3,0	2.100	75	120	<10
11	4.600	<3,0	210	<3,0	10.000	<3,0	2.850	<10
12	3,6	11	3,6	11	230	<3,0	<10	<10

A areia seca da praia do Presídio apresentou os seguintes resultados para o NMP de CT de <3 a 2.400/g na oitava semana, *E. coli* de <3 a 2.400/g na oitava semana e de *Enterococcus* spp. de < 3 a 930/g que ocorreu na segunda semana. Seguindo o mesmo raciocínio usado na classificação da praia do Iguape, a praia do Presídio esteve, pela contagem de *Enterococcus* spp., imprópria para o uso de suas areias nas 2ª, 5ª e 10ª semanas (Tabela 4).

Tabela4- Quantificação através do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT), NMP de *E. coli* e NMP de *Enterococcus* spp. e de Leveduras da areia molhada das praias do Iguape e do Presídio, Aquiraz-CE

Coletas	Col. Termot.(CT) NMP/g		<i>E.coli</i> NMP/g		<i>Enterococcus</i> spp. NMP/g		Leveduras UFC/g	
	Iguape	Presídio	Iguape	Presídio	Iguape	Presídio	Iguape	Presídio
1	3,6	150	3,6	9,2	<3,0	230	<10	<10
2	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	23	<10	<10
3	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	2.300	75	<10	<10
4	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	230	<3,0	<10	<10
5	43	<3,0	31	<3,0	75	43	<10	<10
6	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	7.400	<3,0	<10	<10
7	75	<3,0	20	<3,0	4.600	43	<10	<10
8	<3,0	35	<3,0	14	23	3,6	<10	<10
9	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	430	930	<10	<10
10	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	3,6	3,6	<10	<10
11	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	150	23	<10	<10
12	43	3,6	43	3,6	23	<3,0	<10	<10

Pinto *et al.*, (2012) na praia do Gonzaguinha, São Vicente, SP encontraram densidades maiores de *Enterococcus* spp. na areia seca que na água do mar. Segundo os autores, a matéria orgânica tem influência na sobrevivência da bactéria. Soares (2009) estudando a qualidade das areias secas da praia de Manguinhos- ES obteve resultados de NMP para CT entre $\leq 3,0$ a 240 NMP/g. Uma vez que não houve estimativa do NMP de *E.coli* nas areias secas do trabalho fica difícil comparar os dados do autor com os da presente pesquisa. No entanto, Silva (2011) analisando areia seca da praia Encantada (PR) encontrou concentrações altas de *Escherichia coli*, em torno de 417,07 /cm³. Como a unidade trabalhada nesse projeto foi o grama fica-se somente com a informação. Não há nenhuma legislação brasileira com a qual se possa comparar o NMP de *Escherichia coli* em areia, nem a do Rio de Janeiro (SMAC, 2010) (Quadro 3, anexo), nem a de Portugal (ABAE, 2002) (Quadro 4, anexo) . Da mesma maneira Vieira *et al.* (2007) encontraram nas amostras de areia seca da praia do Futuro e Meireles - Fortaleza-CE, resultados para o NMP de CT entre $< 3,0$ a 150/g e entre $< 3,0$ a 460/g, respectivamente. Talvez a Legislação de Portugal seja a que mais possa se adequar para uma avaliação da qualidade bacteriológica de areia seca visto que nessa legislação há limites para o NMP de CT e de *Enterococcus* spp. o que serviria de comparação para o presente trabalho. Poucas são as publicações abordando qualidade bacteriológica de areias de praia. A Organização Mundial de Saúde (OMS) na sua Diretriz para Segurança Recreacional dos Ambientes Aquáticos (costeiros e estuarinos) (WHO, 2003) tem expressado cuidados com as areias das praias, ou material semelhante, no sentido de que elas possam ser vetor de infecção. Entretanto, a capacidade dos micro-organismos isolados de areias de praias em infectar banhistas ou usuários das praias permanece obscura e o real risco dessa ameaça é desconhecido. Não há, portanto, nenhuma evidência que dê suporte a afirmação de que deva figurar em Guias de Segurança, ou nas legislações, limites para micro-organismos patogênicos em areias da praia.

O resultado obtido para leveduras na areia seca da praia do Iguape foi de no mínimo < 10 UFC/g na sétima semana e o máximo de 7.750 UFC/g na quarta semana. No restante das semanas os valores foram menores que os encontrados na quarta semana (Tabela 3). No entanto, nas semanas da primeira à 11^a, com exceção da sétima e da décima segunda, a praia estava com a areia Imprópria para balneabilidade segundo a Legislação de Portugal, que

limita a quantidade de leveduras entre 30 e 60 UFC/g. Já na praia do Presídio os resultados para leveduras encontrados para as amostras de areia seca foram de <10 UFC/g em todas as 12 coletas o que torna a essa praia Própria. Vieira *et al.* (2002) pesquisando areia de três praias de Fortaleza encontraram presença de leveduras em maiores concentrações na areia seca das praias do Futuro (41,03%), seguidas da praia do Caça e Pesca (33,33%) e da praia do Mucuripe (25,64%). A areia seca não sofre influência das marés e ondas, por este motivo são contaminadas por bactérias, leveduras e fungos e parasitas através dos esgotos, lixo orgânico, pássaros entre outros (PINTO *et al.*,2011).

A areia molhada da praia do Iguape apresentou os seguintes resultados para o NMP de CT, *E. coli* e *Enterococcus* spp. : <3,0 a 75/g na sétima semana,< 3,0 a 43/g na décima segunda semana, <3,0 a 7.400/g na sexta semana, respectivamente (Tabela 3). Segundo a Resolução de Portugal (ABAE, 2002) (Quadro 4, anexo) a areia dessa praia está fora dos padrões permitidos, na terceira semana, na quarta, na quinta, na sexta, na sétima, na oitava, na nona, na décima primeira e na décima segunda, uma vez que o limite para *Enterococcus* é de 20/g. Essa irregularidade na Propriedade da qualidade das areias da praia do Iguape pode estar relacionada como o horário e o dia das coletas visto que essas eram feitas na segunda feira logo após o domingo, dia de maior afluência do público à praia. Muitas são as barracas que funcionam na beira do mar. Por outro lado, os pescadores dessa praia fazem suas vendas desde 5h da manhã na areia poluindo com restos de matéria orgânica. O fato de algumas semanas não ter ultrapassado o limite para *Enterococcus* pode ser atribuído a um menor fluxo de usuários no domingo anterior. Outrossim, foram as duas primeiras semanas das coletas que deram resultados aquém do limite quando o número de repetição ainda estava baixo, podendo ter havido algum erro na técnica de contagem, o que alterou completamente nas semanas subsequentes.

A areia molhada da praia do Presídio apresentou os seguintes resultados para CT e *E. coli*: < 3,0 a 150/g na primeira semana, < 3,0 e um máximo de 35/g na oitava semana sendo considerado fora dos padrões de Portugal apenas na primeira e na oitava semana. Para *Enterococcus* spp. um mínimo de <3,0 a um máximo de 930 na nona semana (Tabela 4). Segundo o parâmetro mais restritivo, a contagem de *Enterococcus*, a praia do Presídio esteve fora dos padrões de Portugal (ABAE, 2002) (Quadro 4, anexo), na primeira, segunda, terceira, quinta, sétima, nona e décima primeira semana. As bactérias consideradas como indicadoras de contaminação fecal, caso dos *Enterococcus*, aderidas às areias de praia,

podem ser carreadas da areia para a água nos períodos chuvosos, e de marés, contaminando-as (HARTZ *et al.*, 2008). Se observarmos a contagem de *Enterococcus* na água da praia do Presídio é possível se constatar que pela contagem desse gênero de origem fecal, em todas as semanas da execução do projeto, as águas dessa praia estavam Impróprias para balneabilidade justificando a afirmativa acima.

Os resultados obtidos de leveduras na areia molhada da praia do Iguape e do Presídio apresentaram contagem < 10 colônias UFC/g (Tabela 4). Da mesma maneira Vieira *et al.* (2002) quantificaram mais leveduras em amostras de areias secas de três praias de Fortaleza do que em amostras de areia molhada. A levedura *Candida albicans*, foi a mais frequente nas amostras. No presente projeto não foi feita a taxonomia das leveduras.

Rego (2010) afirma que o período do inverno foi o que mais favoreceu o crescimento de fungos na areia 43,98% (84/181) quando pesquisava a qualidade das águas e areias das praias da Baía de Guanabara. Segundo o autor, também, as amostras de areia seca apresentaram um percentual mais alto de leveduras (60%) que as molhadas (40%) .

Quando comparado na praia do Iguape se havia diferença entre a quantificação do parâmetro coliforme termotolerantes entre areia seca, areia molhada e água o resultado dos testes estatísticos não acusaram diferença significativa ($F=0,699$ e $p>0,05$). O mesmo aconteceu com *Escherichia coli* ($F=0,728$ e $p>0,05$). Entretanto, houve diferença significativa quando o parâmetro testado foi à quantidade de *Enterococcus* spp. nos microcosmos areia molhada e água, sendo a contagem desse gênero na água superior à da areia molhada ($F=5,709$ e $p<0,05$). A água do mar da praia do Iguape recebe esgotos das casas, das barracas e das Pousadas estabelecidas na Beira-Mar porque as fossas das casas são todas fossas assépticas e rasas o que faz com que elas se infiltrem no solo e culmine com sua chegada às águas do mar contaminando-as.

Na praia do Presídio, em relação aos coliformes termotolerantes não houve diferença estatística entre os três microcosmos (água, areia seca e molhada) ($F=0,275$ e $p>0,05$). O mesmo aconteceu quando o parâmetro medido nessa praia foi *Escherichia coli* ($F=0,331$ e $p>0,05$). Idem se comparada a quantificação de *Enterococcus* spp. em areia seca e areia molhada ($F=18,975$ e $p>0,05$) o mesmo não aconteceu quando se comparou a areia seca e a areia molhada. A quantidade de *Enterococcus* na água foi sempre superior à desses dois microcosmos ($p<0,05$).

Houve diferença significativa nas contagens de leveduras quando comparada nos microcosmos areia seca e molhada ($t=5,386$ e $p<0,05$) na praia do Iguape. Na praia do Presídio em relação às contagens de leveduras não houve diferença estatística significativa entre a areia seca e molhada ($t=0$ e $p>0,05$).

Quando comparadas as contagens dos parâmetros entre as duas praias e os microcosmos estudados houve diferença significativa nas contagens de *Enterococcus* spp. na areia seca do Iguape superiores às do Presídio ($t=5,349$ e $p < 0,05$) e nas contagens de leveduras também na areia seca do Iguape foram superiores às do Presídio ($t=5,386$ e $p<0,05$). A quantidade de *Enterococcus* spp. na areia seca pode estar relacionada com a quantidade de *Enterococcus* spp. na água do mar da praia do Iguape reforçada pela presença de matéria orgânica jogada pelas barracas existentes nessa praia. Outrossim, muitos animais são vistos na praia comendo restos de alimentos jogados pelos usuários das barracas. Além disso, são vistos resíduos de peixe na areia seca da praia do Iguape, deixados pelos pescadores que arrastam seus barcos até esse local e evisceram e comercializam sua pescaria diariamente.

A exploração de pontos turísticos traz benefícios à região, mas por outro lado pode conduzir a um risco à saúde pública dos frequentadores. Manchas negras foram observadas na abertura do mangue do Iguape na oitava semana de coleta. A abertura do canal se deve ao fato da cheia do mangue durante o período chuvoso, e prejudica, sobremaneira, tanto o aspecto visual, como a qualidade bacteriológica das praias. Esse estuário recebe o deságue dos esgotos residenciais no Iguape e não são submetidos a nenhum controle higiênico-sanitário por parte dos órgãos competentes.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados microbiológicos obtidos, as duas praias estavam impróprias para banho em todo o período estudado devido ao número de *Enterococcus* spp. estar fora dos limites estipulados pela Resolução nº274/00 do CONAMA.

A água da praia do Iguape apresentou uma situação de risco maior do que a praia do Presídio.

Os resultados microbiológicos das areias secas e molhadas apresentaram um maior contaminação na praia do Iguape.

A areia seca em ambas as praias, do Iguape e do Presídio, apresentou contaminação superior à areia molhada.

Com relação às leveduras na areia seca foi observada uma maior contaminação na praia do Iguape.

A areia seca do Iguape está mais contaminada com *Enterococcus* spp. e leveduras do que a areia seca da praia do Presidio.

RECOMENDAÇÕES

A exploração de pontos turísticos traz benefícios à região, mas pode conduzir riscos à saúde pública dos frequentadores das praias. Logo após os feriados de carnaval houve abertura do mangue do Iguape o que prejudicou, sobremaneira, as praias da região.

Recomenda-se uma ação eficaz de monitoramento pelas autoridades sanitárias no sentido de eliminar as fontes de contaminação das praias estudadas.

REFERÊNCIAS

- AISSE, M. M; LOBATO, M. B. JURGENSEN, D.; PENHA, R. C. R.; SOBRINHO, A. P. Estudo Econômico Comparativo de Sistemas de Tratamento de Efluentes Anaeróbios. Rio de Janeiro: **ABES** 2002.
- AMBIENTE BRASIL. **Balneabilidade**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/água/salgada>>. Acesso em: 17/01/2013.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20ed. Washington, 1998.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21ed. Washington, 2005.
- ANDRAUS, S. **Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba –PR**. 2006. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Setor Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ANDRE, P.; METZGER, C.; PETEY, S.; MULLER, D.; VIDON, D. J. M. Chemiluminescence of enterococci isolates from freshwater. **FEMS Microbiol. Lett.** v.245, p.123-129, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. Qualidade Microbiológica de areias de praias litorais. **Relatório Técnico final**. 57p. Alfragide: Instituto do Ambiente, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. Monitorização da qualidade das areias em zonas balneares. **Relatório época balnear de 2008**. Lisboa, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. Monitorização da qualidade das areias em zonas balneares. **Relatório época balnear de 2010**. Lisboa, 2011.
- AZEVEDO, M. V. **Estudo da relação entre hepatite a e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, Baía de Sepetiba- RJ**. 2001. 107f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública com concentração na área de Saneamento e Saúde Ambiental)- Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz-FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2001.
- BLANCH, A. R.; CAPLIN, J. L.; IVERSEN, A; KÜHN, I; MANERO, A.; TAYLOR, H. D; VILANOVA, X. Comparison of enterococcal populations related to urban and hospital wastewater in various climatic and geographic European regions. **J. Appl. Microbiol.** v.94, p.994-1002, 2003.
- BONILLA, T. D.; NOWOSIELSKI, K.; ESIObU, N.; MCCORQUODALE, D. S.; ROGERSON, A. Species assemblages of *Enterococcus* indicate potential sources of fecal bacteria at a south Florida recreational beach. **Journal Marine Pollution Bulletin**, Florida, v.52, p. 800-815, 2007.
- BORGES, K. P.; BERTOLIN, A. O. Avaliação microbiológica da qualidade da água do Córrego São João, Porto Nacional-Tocantins, Brasil. **HOLOS Environment**, v.2, n. 2, p.174-184, 2002.

BOUKAI, N. **Qualidade Sanitária da areia das praias no município do Rio de Janeiro: Diagnóstico e estratégia para monitoramento e controle.** 2005. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000, **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2000.

BRENNER, D. J. Enterobacteriaceae. In Krieg, N.R.; Holtz, J.G (eds.), **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Williams & Wilkins** .9 ed, Baltimore, 1984. p. 409-423.

CAMPOS, L. C.; FRANZOLIN, M. R; TRABULSI, L. R. Diarrheagenic *Escherichia coli* categories among the traditional enteropathogenic *E. coli* O sorogroups - a review. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, vol. 99, n.6, Oct. 2004.

CASTRO, H. M. P.; VIEIRA, R. H. S. F.; FONTENELES-FILHO, A. A.; HOFER, E.; ALBUQUERQUE, W. F. Efeito da radiação solar da salinidade sobre o crescimento de *Escherichia coli*. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.39, p.28-33, 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório da balneabilidade das praias paulistas** . São Paulo, 203p., 1998.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Balneabilidade das praias paulistas**. São Paulo, 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Qualidade das praias litorâneas**. São Paulo, 2011.

DALFIOR, J. S. **Avaliação da eficiência do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de praias quando comparado com Enterococos: Estudo de caso da praia da Curva da Jurema.** 2005. 53f. Monografia (Graduação em Oceanografia)- Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

DUARTE, P. B. **Microrganismos indicadores de poluição fecal em Recursos Hídricos.** 2011. 52f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

GAUTHIER, M. J.; BREITTMAYER, V. A.; BRAUX, A. S. Expression génique chez es bactéries entériques dans lês conditions marines. **MAP Tech. Rep. Ser.**, Athens, n.76, 1993.

GOUMMERLON, M.; TOUATI, D.; POMMEPUY, M.; CORMIER, M. Survival of *Escherichia coli* exposed to visible light in sea water: analysis in seawater analysis of rpoS-dependent effects. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.43, p. 1036-1043, 1997.

HARTZ, A.; CUVELIER, M.; NOWOSIELSKI, K.; BONILLA, T. D.; GREEN, M.; ESIOLU, N.; MCCORQUODALE, D. S.; ROGERSON, A. Survival potential of *Escherichia coli* and Enterococci in subtropical beach sand: Implications for water quality managers. **Journal of Environment Quality**, Madison, v.37, p.898-905, may./jun., 2008.

HURST, C.J.; KNUDSEN, G.R.; MCINERNEY, M.J.; STETZENBACH, L.D.; WALTER, M.V.; FUJIOKA, R.S. Manual of environmental microbiology .American society for microbiology. Board (Ed.), Washington, section III-18, p.176-178, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de pesquisas-DPE. **Coordenação de População e Indicadores Sociais-COPIS**. Disponível em:<<http://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=23&dados=0>. Acesso em: 31 jan., 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIAS ECONÔMICAS DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal de Aquiraz, Fortaleza-Ce, 2012**. Disponível em: www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2012. Acesso em 31 Jan., 2013.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Morden Food Microbiology**. Springer Verlag (ed.). 7ed., p. 39, New York, 2005.

KERN, M. E.; BLEVINS, K. S. **Micologia médica: texto e atlas**. 2 ed. São Paulo: Premier; 1999.

LECLERC, H.; MOSSEL, D. A.; EDBERG, S. C.; STRUIJK, C. B. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. **Annu. Rev. Microbiol.**, v.55, p.201-234, 2001.

LEE, S. H.; LEVY, D. A.; CRAUB, G. F.; BEACH, M. J.; CALDERON, R. L. Surveillance for waterborne disease outbreaks :United States ,1999-2000. **Morb Mortal Wkly Rep**, v.51:1-45, 2002.

LOURENÇO, E. M. L.; VIEIRA, G. H. F.; FESTIVO, M. L.; RODRIGUES, D. P.; VIEIRA, R. H. S. F. **Bol. Téc. Cient. CEPNOR**, Belém, v.6, n.1, p.19-32, 2009.

MANCINI, L.; D'ANGELO, A. M.; PERDOMINICI, E.; FERRARI, C.; ANSELMO, A.; VENTURI, L.; FAZZO, L.; FORMICHETTI, P.; IACONELLI, M.; PENNELLI, B. Microbiological quality of Italian beach sands. **Microchemical Journal**. v.79, p.257-261, 2005.

MARTINS, M. S. A.; PEREIRA, C. R. A.; FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A. P.; ÁVILA, R. M. R. Análise de risco de doença gastrointestinal associada a patógenos de veiculação hídrica. **Revista Uniandrade**, v.12, p.94-108, n.2, 2011.

MCFETERS, G. A.; BISSONNETTE, G. K.; HJEZESKI, J. J.; THOMSOM, C. A.; STUART, D. G. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. **Appl. Microbiol.**, v.27, n.5, p.823-829, 1974.

MENDONÇA-HAGLER, L. C.; VIEIRA, R. H. S. F.; HAGLER, A. N. Qualidade microbiana da água, sedimento, peixe e marisco em algumas regiões da costa brasileira. **Oecologia Australis**, v.9, p.197-216, 2001.

MUNRO, P. M.; LAUMOND, F. M. ; GAUTHIER, M. J. A previous growth of enteric bacteria on a salted medium increases their survival in seawater. **Lett. Appl. Microbiol.**, Oxford, v.4, p.121-124, 1987.

NATARO, J. P.; KAPER, J. B. Diarrheogenic Escherichia coli. American Society for Microbiology. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v.11, nº1, p.142-201, 1998.

- PELCZAR, M.; REID, R. S.; CHAN, E. S. C. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. 2ed. São Paulo, Makron Books, 1996.
- PIKE, E. B. Recreational use of coastal waters: development and application of health related standards, p.189-199, *In* G.EDEN AND M. HAIGH (ed), **Water and Environmental Management in Europe and North America:a comparison of Methods and Practies** .Ellis Horwood Press,Chichester,1994.
- PINTO, A. B.; OLIVEIRA, A. J. F. C. Diversidade de micro-organismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas. **O Mundo da Saúde**, São Paulo: 35 (1):105-114, 2011.
- PINTO, A. B.; PEREIRA, C. R.; OLIVEIRA, A. J. F. C. Densidade de *Enterococcus* sp em águas recreacionais areias de praias do município de São Vicente-SP, Brasil e sua relação com parâmetros abióticos. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, 36 (4):587-593,2012.
- PRESCOTT, HARLEY e KLEIN. Microorganisms and Environment. Em Elizabeth M.Sievers. Microbiology. 3 ed. Wm. C. Brown Publisher, USA, p.850-851, 1996.
- PRIETO, M. D.; LOPEZ, B.; JUANES, J. A.; REVILLA, J. A.; LEORCA, J.; DELGADO-RODRIGUEZ, M. Recreation risks in coastal waters: health risks associated with bathing in sea water. **J Epidemiol Community Health**. v.55:442-447, 2001.
- REGO, J. C. V. **Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de Guanabara**. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área da Saúde Pública)-Escola Nacional de Saúde Pública-ENSP, Fundação Oswaldo Cruz-FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2010.
- REINHART, N. M. **Condições sanitárias e classificação das águas do mar destinadas à balneabilidade das praias do Estado do Paraná**. 1980.118f. Tese (Doutorado em Saúde Pública)-Faculdade de Higiene e Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.
- RODRIGUES-ANGELES, G. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. **Salud Publica**, Mex., v.44:464-475, 2002.
- ROZEN, Y; BELKIN, S. Survival of enteric bacteria in seawater. **FEMS Microbiol. Rev.** v.25, p.513-529, 2001.
- SALAS, H. J. History and application of microbiological water quality standards in the marine Environment. **WaterSci. Technol.**v.18, p.47-57, 1986.
- SALES, T. E. A. **Estudo da balneabilidade das praias urbanas do município de Natal-RN, durante o ano de 2005**. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- .SCHELEIFER, K. H.; KILLPER-BALZ, K. Transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the genus *Enterococcus faecalis* comb. nov. and *Enterococcus faecium* comb. nov. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.34, p.31-34, 1984.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 81 de 28 de dezembro de 2000.** Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro, 2000.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMAC nº 468 de 28 de Janeiro de 2010.** Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, C.E. **Foraminíferos, Tecamebas e Bactérias Bentônicas na praia de Encantadas (Ilha do Mel, Paraná, Brasil) e a possível influência do afluxo Turístico sobre esses organismos.** 2011. 100f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos), Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2011.

SILVA, V.C. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias da água das praias do município de São Luís-MA.** 2006.40f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente)- Centro de Ciências Biológicas e da saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

SILVA, V.C.; NASCIMENTO, A.R.; MOURÃO, A.P.C.; COIMBRA, N.S.V.; COSTA, F.N. Contaminação por Enterococcus da água das praias do Município de São Luís, Estado do Maranhão, Acta.Sci.Tecchnol.,Maringá,v.30,n.2,p.187-192,2008.

SIQUEIRA, L. F. S.; COSTA, J. J. G. N.; SANTOS, M. V. Diagnóstico socioambiental e avaliação das condições sanitárias da água de praias de São Luís- MA (Brasil), no decênio 1989-2009. **RESUMO-VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, 2009.**

SOARES, D. N. E.S. **Bases microbiológicas e químicas da qualidade ambiental da água e areia da orla de Manguinhos-Serra-Espirito Santo.** 2009.120f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas), Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, 2009.

SORENSEN, S. J.; SHYBERG, T.; ROON, R. Predation by protozoa on Escherichia coli K12 in soil and transfer of resistance plasmid RP4 to indigenous bacteria in soil. **Applied Soil ecology.** Copenhagen, v.11, p.79-90, 1999.

TORTORA, G. I.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** Artemed (ed) 8 ed., Porto Alegre: Art. Med., 2012.

TROSSELLIER, M.; BONNEFONT, J.; COURTIES, C.; DERRIEN, A.; DURAY, E.; GAUTHIER, M.; GOURMELON, M.; JOU, F.; LEBARON, P.; MARTIN, Y.; POMMEPUY, M. Response of enteric bacteria to environmental stress in seawater. **Oceanologica Acta,** vol.21-6, p.965-981, 1998.

TSAI, S. M.; BARAIBAR, A. V. L.; ROMANI, V. L. M. Efeito de fatores do solo. **In: Microbiologia do solo.** CARDOSO, E.J.B.N.; TAIS, S.M.; NEVES, M.C.P. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.59-72.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Health Effects of land Application of Municipal Sludge.** EPA/1-85/015, 1985.

VASCONCELOS, R. H. **Balneabilidade das praias de Iracema e Náutico (Fortaleza Ceará) e Pesquisa de cepas de Escherichia coli patogênicas em suas águas.** 2005. 69f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

- VIEIRA, R. H. S. F.; SILVA, P. R. G.; LEHUGEUR, L. G. O.; SOUSA, O. V. Colimetria da água da praia da Barra do Ceará- Fortaleza-Ce. **Arq. Ciên. Mar. Fortaleza**, v.32, p.119-122,1999.
- VIEIRA, R. H. S. F. Poluição microbiológica de algumas praias brasileiras. **Arq. Ciênc. Mar**, Fortaleza, v.33, p.77-84, 2000.
- VIEIRA, R. H. S. F.; SILVA, P. R. F. G.; SOUSA, O. V.; LEITUGEUR, L. G. O. Balneabilidade das águas da praia do Futuro. **Arqu. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.34, p.39-42, 2001.
- VIEIRA, R. H. S. F.; ROCHA, C. A. S.; MENEZES, F. G. R.; ARAGÃO, J. S.; RODRIGUES, D. P.; THEOPHILO, G. N. D.; REIS, E. M. F. Poluição da água do mar e da areia de três praias de Fortaleza, Ceará. **Arqu. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.35, p.113-118, 2002.
- VIEIRA, R. H. S. F.; TORRES, R. C. O. Estimativa da população de coliformes totais e fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli* através do Número Mais Provável (NMP). **Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado**, Varela ed., 380p., São Paulo, 2004.
- VIEIRA, R. H. S. F.**; VASCONCELOS, R. H. . Balneabilidade das Praias de Iracema e do Meireles (Fortaleza- Ceará) isolamento de cepas de *Escherichia coli* e sua sensibilidade a antimicrobianos. Boletim Técnico-Científico do CEPNOR, v. 6, p. 9-18, 2006.
- VIEIRA, R. H. S. F; OLIVEIRA, A. C. N; SOUSA, O. V. Monitoramento microbiológico das águas e areias das praias do Meireles e do Futuro, Fortaleza-Ce. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, Belém, v.7, n.1, p.17-26, 2007.
- WHEELER, A.E.; BURKE, J.; SPAIN, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. **Water Research, Michigan**, n.37, p3978-3982, 2003.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health-based monitoring of recreational waters: the feasibility of a new approach** (The 'Annapolis Protocol').Geneva, 1999.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Coastal and fresh waters. **Guidelines for safe recreational water environments**. Geneva, v.1, 2003.

ANEXOS

Quadro3. Limites máximos de colimetria a serem utilizados na classificação da areia para recreações de contato primário, de acordo com a RESOLUÇÃO municipal do Rio de Janeiro (SMAC) Nº 468 de 28 de Janeiro de 2010.

CLASSIFICAÇÃO	Coliformes Totais (NMP/100g)	Coliformes termotolerantes (NMP/100g)
****(ÓTIMA)	Até 10.000	Até 40
*** (BOA)	> 10.000a 20.000	> 40 a 400
** (REGULAR)	> 20.000 a 30.000	> 400 a 3800
*(NÃO RECOMENDADA)	acima de 30.000	acima de 3800

Fonte : SMAC (2010)

Quadro 4. Limites propostos para qualidade microbiológica de areia (Portugal)

Parâmetros	NMP/g	PFC/g
Coliformes totais	100	-----
Coliformes Termotolerantes ou fecais	20	-----
Estreptococos fecais	20	-----
Leveduras		30 a 60

Fonte ABAE (2002)

Quadro 5. Índice pluviométrico (mm)/Aquiraz 2012

DIAS	MESES				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	3,0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	9,0	0	0
12	0	0	34,0	0	0
13	0	0	11,0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	17,0	36,0	0	0
16	0	0	10,5	18,0	0
17	6,5	52,0	0	1,0	0
18	0	30,0	0	0	0
19	0	0	0	6,0	5,0
20	0	0	6,4	7,0	5,0
21	0	10,0	0	4,0	0
22	2,5	0	45,0	46,0	0
23	0	12,0	0	4,0	40,0
24	0	0	2,0	15,0	0
25	0	15,0	12,2	0	0
26	0	4,0	0	0	0
27	0	60,0	0	0	0
28	0	24,0	12,4	0	0
29	0	7,0	2,0	0	0
30	0	888,0	0	0	0
31	0	888,0	0	888,0	0
TOTAL	9,0mm	231,0mm	183,5mm	101,0mm	50,0mm