



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DAS PRAIAS DO  
FUTURO E DO MEIRELES SITUADAS EM FORTALEZA - CE**

**ANA CAROLINA NUNES DE OLIVEIRA**

---

**Monografia apresentada ao Departamento de  
Engenharia de Pesca do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do Ceará,  
como parte das exigências para a obtenção do  
título de Engenheiro de Pesca.**

---

**FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL  
FEVEREIRO/2006**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O45m Oliveira, Ana Carolina Nunes de.  
Monitoramento microbiológico das praias do Futuro e do Meireles situadas em Fortaleza - CE / Ana Carolina Nunes de Oliveira. – 2006.  
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2006.  
Orientação: Profa. Dra. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira.

1. Praias - Monitoramento microbiológico. I. Título.

CDD 639.2

---

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Profª. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira, PhD.  
Orientador/Presidente

---

Francisca Gleire Rodrigues de Menezes, M. Sc.  
Membro

---

Oscarina Viana de Sousa, D.Sc  
Membro

VISTO:

---

Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc  
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

---

Profª. Artamizia Maria Nogueira Montezuma, M.Sc  
Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca

À minha mãe, pelo amor, educação, compreensão, carinho e por ter estado sempre presente. Também pelas noites mal dormidas ou simplesmente não dormidas. Tudo isso não tem preço. É por você que pude realizar mais essa etapa na minha vida.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço antes de tudo a DEUS pelo dom da vida, pela saúde que nunca me tem faltado, pela força de vontade de tentar ser melhor, pela compreensão e fé de que essa vida é apenas mais uma na seqüência da escala evolutiva.

Aos meus pais por seus exemplos de dignidade e caráter, nos ajudando a nos tornar pessoas melhores.

Aos meus irmãos Tatiana, Marcus e Lucas, por serem esse ponto de LUZ e apoio constante. Não imagino o que teria sido das nossas vidas sem essa nossa união.

Ao meu cunhado Emmanuel, pelo amparo, pelo amor e carinho dedicado a nossa família, sendo pra nós, tantas vezes, uma referência paterna. Minha eterna gratidão.

Aos meus amados sobrinhos Tais e Gabriel, que chegaram na hora mais difícil, e encheram a nossa casa de VIDA, alegria e fé.

Aos meus colegas de faculdade com quem passei horas agradáveis, em especial a Mônica, Fabiana, e Cláudia, meu sincero carinho e amizade.

À Cristiane por sua paciência e dedicação na fase mais difícil do meu aprendizado no laboratório, o início.

Aos colegas de laboratório Anahy, Camila, Dannielle, Edirsana, Gardenny, Gleire, Karla, Rakel, Régis, Rosa e Suzy com quem dividi horas agradáveis e bastante proveitosas.

À Gleire, que carinhosamente, de boa vontade, me ajudou muito com as correções e com as “detalhadas” bibliografias.

À Isabel, mesmo não estando tão presente, tem sido uma grande amiga, dedicada, preocupada com meu aprendizado, sempre disposta a ajudar.

À Cláudia, minha amiga, companheira de jornada, com quem dividi alegrias e tristezas, sonhos e desilusões, de quem recebi muito mais do que possam imaginar.

À Mariana, Rafael, Ana Paula, com quem passei a viver desde os primeiros dias de ingresso na universidade, uma fase tão confusa, de mudanças, de incertezas. Uma etapa foi vencida e outra etapa começa agora, mais com certeza será melhor, pois amadurecemos, criamos laços, confiança, desenvolvemos afinidades, carinho e amor.

Meu reconhecimento e amor ao meu companheiro, meu amigo, minha fortaleza, meu amado, meu marido. Com quem estou aprendendo, mesmo com toda minha resistência, a compartilhar, cuidar, me relacionar, receber e me DOAR.

“...mas é doce morrer nesse mar de lembrar e nunca esquecer, se eu tivesse mais alma pra dar eu daria, isso pra mim é viver”... (Djavan)

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

À minha orientadora, professora, grande poetisa e pesquisadora Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira, pela acolhida carinhosa, confiança, orientação e pelo apoio.

## **As praias de minha infância**

Regine Limaverde

Quando piso nas areias de minhas praias  
sinto medo, angústia.

Não foram estas mesmas praias  
que vejo,  
aquelas nas quais fui criada.

Não sinto o mesmo cheiro do mar  
que conhecia e  
que, curiosa,  
me fazia acordar no escuro  
para com meu vô nas ondas  
me banhar.

Não. Não são as mesmas praias.  
As águas não têm o mesmo cheiro.  
As areias não mostram as mesmas conchas.

Hoje das praias me afasto.  
Temo câncer, pelo sol,  
Temo doenças, pela sujeira,  
Temo angústia, pela poluição.

Mudaram as praias,  
e mudei eu também.

## SUMÁRIO

Resumo	i
Lista de Quadros e Tabelas	ii
Lista de Figuras	iv
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
2.1 Poluição antrópica no ambiente marinho	3
2.2 Da Legislação Nacional	6
2.3 Coliformes	7
2.4 <i>Escherichia coli</i>	8
2.4.1 Patogenicidade	10
2.5 <i>Enterococcus spp</i>	11
2.6 Relação Coliformes Fecais / <i>Enterococcus faecalis</i> (CF/EF)	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODO</b>	<b>13</b>
3.1 Coleta das amostras	14
3.2 Determinação dos valores de temperatura, pH e salinidade	14
3.3 Diluições	14
3.4 Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais ou termotolerantes	15
3.4.1 Prova Presuntiva	15
3.4.2 Prova Confirmatória	15
3.4.3 Prova Completa	15
3.4.3.1 Coloração de Gram	16
3.4.3.2 Provas Bioquímicas	16
Indol	16
Teste do Vermelho de Metila (VM)	17
Teste de Voges-Proskauer (VP)	17
Teste de Citrato	17
3.5 Número Mais Provável de <i>Enterococcus spp</i>	18

3.5.1 Prova Presuntiva	18
3.5.2 Prova Confirmatória	19
3.6 Contagem Padrão em Placas (CPP)	19
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	20
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	31
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	32

## RESUMO

Segundo os critérios estabelecidos pelo CONAMA (2000), a balneabilidade das praias é determinada pelo índice de coliformes fecais (CF), *Escherichia coli* ou enterococos encontrados em suas águas. Foram estimados o NMP de CF e enterococos de 12 amostras de água e o NMP de CF e a Contagem Padrão em Placas (CPP) de amostras de sedimento seco de duas praias, do Futuro (Vila Galé) e do Meireles (Náutico), em Fortaleza-Ce. As coletas foram realizadas no período de fevereiro a julho de 2005, uma vez por semana, sempre no período da manhã. Os NMPs de CF das amostras de água das duas praias estudadas variaram de <1,8 a 350.000 / 100 mL. Para os enterococos os valores encontrados nas amostras de água da praia do Futuro foram de <1,8 a 1.100 / 100 mL e da praia do Meireles foi de <1,8 a 1.300 / 100 mL. Os NMPs de CF das amostras de sedimento seco variaram de <3,0 a 150 / g e <3,0 a 460 / g e para os CPPs foram de <100 a 230.000 / g e <100 a 520.000 / g para as praias do Futuro e do Meireles, respectivamente. Foram isoladas 66 cepas do caldo EC das amostras de água e sedimentos das praias estudadas, dentre os quais 28 foram classificadas como sendo *Escherichia coli* tipo I, duas sendo *Escherichia coli* tipo III, quatro *Enterobacter* e trinta e duas *Enterobacter* – *Klebsiella*. Com relação aos resultados podemos concluir que, as Praias do Meireles e Futuro apresentaram-se Impróprias em 25% das amostragens (2 semanas) considerando as contagens de CF e de enterococos para a praia do Meireles.

**LISTA DE QUADROS E TABELAS;**

QUADRO 1 - Balneabilidade segundo a Resolução nº 274 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).	7
QUADRO 2 – Diferenciação bioquímica de algumas enterobactérias.	18
TABELA 1 - Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais da água do mar da praia do Futuro (Vila Galé), classificada segundo os critérios de balneabilidade da Resolução nº 274 do CONAMA (2000).	20
TABELA 2 – Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais da água do mar da praia do Meireles (Náutico), classificada segundo os critérios de balneabilidade do CONAMA (2000).	21
TABELA 3 - Número Mais Provável (NMP) de enterococos da água do mar da praia do Futuro (Via Galé), classificada segundo os critérios de balneabilidade de Resolução nº 274 do CONAMA (2000).	22
TABELA 4 - Número Mais Provável (NMP) de enterococos da água do mar da praia do Meireles (Náutico), classificada segundo os critérios de balneabilidade da Resolução nº 274 do CONAMA (2000).	23

TABELA 5 -	Número Mais Provável (NMP) de CF da amostras de sedimento seco da praia do Futuro, Fortaleza – CE.	24
TABELA 6 -	Número Mais Provável (NMP) de CF da amostras de sedimento seco da praia do Meireles, Fortaleza – CE.	25
TABELA 7 -	Contagem Padrão em Placas (CPP) de microrganismo aeróbios viáveis do sedimento das praias do Futuro e Meireles, Fortaleza-CE.	26
TABELA 8 -	Parâmetros físico – químicos coletados das praias do Futuro (Vila Galé) e do Meireles (Náutico), referentes à temperatura, pH e salinidade.	27
TABELA 9 -	Isolamento de cepas segundo sua origem.	30

**LISTA DE FIGURAS.**

- FIGURA 1 - Quantificação das cepas de caldo EC isoladas das amostras das praias do Futuro e do Meireles, Fortaleza – CE. 29
- FIGURA 2 - Porcentagem das cepas de caldo EC isoladas das amostras das praias do Futuro e do Meireles, Fortaleza - CE. 30

## **MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DAS PRAIAS DO MEIRELES (NÁUTICO) E DO FUTURO (VILA GALÉ) SITUADAS EM FORTALEZA – CEARÁ.**

**Ana Carolina Nunes de Oliveira.**

### **1. INTRODUÇÃO**

As praias no litoral cearense são conhecidas por suas belezas naturais sendo muito procuradas por turistas e pela população local que as utilizam para o lazer, razão 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.

Vieira (2000) em estudo sobre a poluição de algumas praias brasileiras observou que as cidades litorâneas no Brasil despejam seus detritos no mar sem um tratamento adequado, poluindo as praias.

Essas águas de praias contaminadas pela descarga de esgotos domésticos podem representar um risco à saúde dos banhistas e freqüentadores, sendo as crianças e idosos, ou pessoas com baixa resistência as mais suscetíveis à exposição a bactérias, vírus e protozoários (CETESB, 1998).

Dessa forma, estuda-se a balneabilidade das áreas através de testes onde se pesquisa as condições microbiológicas das águas. Além disto, cresce a preocupação dos ambientalistas com a contaminação das areias das praias, advinda do descarte de lixo, dejetos de animais ou poluição trazida pelas águas das chuvas e marés, que colocam em risco a saúde da população (VIEIRA et al., 2002).

Segundo os critérios estabelecidos pela legislação vigente, Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274 do CONAMA (2000), a

balneabilidade das praias é determinada pelo índice de coliformes fecais (CF), *Escherichia coli* ou enterococos encontrados em suas águas. As praias são classificadas como Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria, sendo as três primeiras categorias agrupadas em uma única classificação, como sendo Própria. De acordo com essa Resolução, o Número Mais Provável (NMP) de CF superior a 1.000 ou 800 *Escherichia coli*, ou 100 enterococos por 100mL em 80% de um conjunto de amostras de águas, coletadas no mesmo local durante cinco semanas consecutivas, caracteriza esse local como Impróprio para a prática de recreação de contato primário.

O indicador microbiológico de poluição fecal mais empregado é o grupo coliforme, que abrange espécies de enterobactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter* (TORANZOS; MCFETERS, 1997). Entretanto, *Escherichia coli* é a única espécie cujo habitat primário é o trato gastrointestinal do homem e de animais de sangue quente. *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* podem se desenvolver fora do trato intestinal, tais como em vegetais e solo (VIEIRA; TÔRRES, 2003).

O grupo coliformes fecais é formado pelas bactérias coliformes que fermentam lactose, com produção de gás dentro de 48 horas, em temperaturas entre 44,5 e 45,5 °C, normalmente em caldo EC (VIEIRA; TÔRRES, 2003).

Segundo Dias et al. (1994), *E. coli* da microbiota normal do intestino humano pode contaminar, colonizar e subseqüentemente causar infecções extra-intestinais, sendo um dos principais agentes etiológicos de septicemias, meningites e infecções do trato urinário de humanos.

A relação da qualidade da água com as doenças só foi comprovada cientificamente em 1854 por John Snow quando demonstrou que a epidemia de cólera em Londres foi através de veiculação hídrica (GUILHERME; OTTO, 2000).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são ocasionadas por águas contaminadas (LIRA; BARROS, 2001).

Apesar de se conhecer os meios de contaminação e de proliferação de organismos patogênicos, os países em desenvolvimento ainda sofrem



consideravelmente, principalmente pela falta de saneamento adequado, sendo os recursos hídricos, inclusive as praias, quase sempre, receptoras de aportes de esgotos clandestinos. Os enterococos são também, freqüentemente, empregados como “indicadores complementares” do grupo coliformes (HAGLER et al. 1986). A relação existente entre as contagens de coliformes fecais e enterococos fecais pode indicar se a contaminação recente é de origem humana ou animal (HAGLER; HAGLER, 1988).

O objetivo principal deste trabalho foi determinar o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais, de *Escherichia coli* e de *Enterococcus* das águas das praias do Meireles e do Futuro em Fortaleza, CE, bem como o NMP de coliformes dos sedimentos das referidas praias.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 – Poluição antrópica no ambiente marinho**

As praias vêm sofrendo uma crescente descaracterização em razão da ocupação desordenada e do aporte das diferentes formas de efluentes, tanto de origem industrial quanto doméstica, o que tem levado a um sério comprometimento da sua balneabilidade, principalmente daquelas próximas a centros urbanos. O problema dos esgotos doméstico e do lixo exige medidas imediatas. Além do lixo de origem local há o que é lançado ao mar pelos navios e o de origem exógena transportado pelos rios e marés. Merecem ainda destaque a crescente especulação imobiliária, a mineração com retirada de areia das praias e o crescimento explosivo e desordenado do turismo e veraneio (FUNDAÇÃO BIO RIO, 1999).

Lima (1979) afirma que as modificações introduzidas pelo homem na natureza, mesmo tendo auxiliado muito no que concerne às comodidades ambientais, vem apresentando certos aspectos hostis, se levarmos em

consideração a deterioração geral do ambiente e os efeitos nocivos decorrentes dessas transformações. Ameaças diretas à saúde humana são os aspectos mais patentes da deterioração do ambiente e, dessas ameaças frontais, as mais discutidas são os fenômenos comumente reunidos sob o tema "poluição". A poluição está presente tanto na água, no solo e no ar, como nos alimentos, através de ações antrópicas.

Ao longo da história, as zonas costeiras ofereceram vantagens aos viajantes e colonizadores. Cerca de quarenta por cento da população mundial vive num raio de 100km das linhas da costa. Associada à ocupação desses terrenos, encontra-se uma crescente necessidade de infra-estrutura industrial e de facilidade recreacionais. O efeito cumulativo do crescimento em nome do desenvolvimento tem acarretado aos espaços de convivência humana uma taxa cada vez maior de comprometimento e degradação ambiental. O Brasil, com 7.408 km de costa, é o segundo país em extensão litorânea na América Latina, concentrando cerca de 70% da população em 75% dos principais centros urbanos dispostos ao longo do litoral. Constata-se que o crescimento populacional vem se fazendo de forma heterogênea, em termos espaciais. O aumento da proporção de habitantes nas cidades e em especial, nas grandes cidades e capitais faz a densidade da zona costeira crescer mais que a média nacional, acentuando a pressão sobre os seus recursos naturais (BRASIL, 1998).

Segundo Mota (1988), o meio urbano dá origem a várias impurezas, tais como, poluentes atmosféricos carregados pela chuva, poeira e lixo, erosão do solo, uso de defensivos e fertilizantes em jardins, além de ligações clandestinas de esgotos às galerias pluviais, que favorecem a presença de microrganismos patogênicos. Portanto, podendo servir como um veículo para a transmissão de doenças a pessoas que entrem em contato ou ingiram estas águas (FUJIOKA, 1997).

O sistema de galerias pluviais destina-se a dar escoamento à água de chuva que cai nas vias públicas ou a que a elas chegam dos coletores prediais. A qualidade dessas águas depende da limpeza urbana e de sua frequência, da intensidade, da precipitação e da distribuição temporal e espacial, época do ano e

do tipo de uso de área urbana. Portanto, estas águas não deveriam estar contaminadas com material fecal, nem conectadas a nenhum sistema de esgotos (MOTA;TUCCI, 1994).

A disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos é uma alternativa atraente para cidades litorâneas de médio e grande porte, em todo o mundo. A alta taxa de diluição que pode ser alcançada na descarga no mar, é uma característica marcante a ser considerada em projetos. Algumas cidades das Américas utilizam este processo, devendo o seu uso ser incentivado, logicamente dependendo das condições locais de cada cidade e após ser muito bem avaliado o impacto ambiental. De todos os parâmetros considerados para a avaliação do desempenho do emissário submarino de esgotos, a densidade de coliformes fecais é a que apresenta maior significado relacionado às condições sanitárias do corpo receptor (BERZIN, 1991).

Em se tratando da capital cearense, os principais problemas ambientais que sua zona costeira tem sofrido podem ser enumerados. Poluição hídrica de lagoas e rios; assoreamento dos rios por causa do desmatamento das margens; lixo urbano em lagoas, rios e terrenos de um modo geral; erosão costeira; destruição de dunas, poluição das praias e assoreamento na praia do Titãzinho - bairro Serviluz (O POVO, 2005).

De acordo com Bastos et al. (2000), desde os primórdios da Microbiologia Sanitária existem dificuldades em se isolar organismos patogênicos de amostras ambientais, para tanto se sugere que a indicação de contaminação seja feita através de indicadores microbiológicos da presença de material fecal no meio ambiente. Os organismos que melhor têm cumprido este papel são as bactérias do grupo coliforme.

Programas de qualidade de águas recreacionais no mundo utilizam bactérias como indicadores restringindo o acesso às águas recreativas baseadas na concentração de bactérias indicadoras presentes. Organizações governamentais utilizam dados sobre a qualidade das águas recreacionais objetivando classificar as praias (NOBLE et al., 2003).

## 2.2 - Da Legislação Nacional

O equilíbrio ambiental no Brasil foi formalmente garantido pela Constituição Federal de 1988 em seu artigo 225:

*“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”* (BRASIL, 1988).

O artigo número um da Convenção das Nações Unidas sobre o direito do Mar (CNUDM, 1998), classifica a poluição marinha sendo: *“A poluição marinha significa a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marinhas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio.”*

A qualidade das águas é o alvo das preocupações do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, que por meio da resolução nº 274/00 instituiu os limites de poluição por coliformes fecais, *E.coli* e enterococos para que a balneabilidade das águas recreacionais sejam classificadas (Quadro I) como EXCELENTE, MUITO BOA, SATISFATÓRIA E IMPRÓPRIA, sendo os três primeiros considerados como PRÓPRIAS (CONAMA, 2000).

De acordo com esta resolução, as águas marinhas são consideradas PRÓPRIAS quando em 80% de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores apresentarem até 1.000 coliformes fecais (ou termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos/100ml.

Quadro I – Balneabilidade segundo a Resolução nº 274 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

CATEGORIAS DE BALNEABILIDADE		LIMITE DE COLIFORMES FECAIS <i>Escherichia coli</i> e ENTEROCOCOS (NMP/100 mL)
PRÓPRIAS	EXCELENTE	➤ Quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de 5 amostras, colhidas num mesmo local, em 5 semanas anteriores, houver no máximo, 250 coliformes fecais ou 200 <i>Escherichia coli</i> ou 25 enterococos por 100 mililitros.
	MUITO BOA	➤ Quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de 5 amostras, colhidas num mesmo local, em 5 semanas anteriores, houver no máximo, 500 coliformes fecais ou 400 <i>Escherichia coli</i> ou 50 enterococos por 100 mililitros.
	SATISFATÓRIA	➤ Quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de 5 amostras, colhidas num mesmo local, em 5 semanas anteriores, houver no máximo, 1000 coliformes fecais ou 800 <i>Escherichia coli</i> ou 100 enterococos por 100 mililitros.
IMPRÓPRIAS	IMPRÓPRIA	➤ O não enquadramento em nenhuma das categorias anteriores, por terem ultrapassado os índices bacteriológicos nelas admitidos ou quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais ou 2000 <i>Escherichia coli</i> ou 400 enterococos por 100 mililitros.
		➤ Quando houver floração de algas ou outros organismos, até que se comprovem que não ofereçam riscos à saúde humana.
		➤ Quando houver incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias.
		➤ Quando houver presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável à recreação.

Fonte: Resolução CONAMA 274/00

### 2.3 – Coliformes

O termo coliforme foi sugerido por Breed & Norton em 1937, para descrever bactérias fermentadoras de lactose, gram-negativas, utilizadas para detectar a poluição de águas. Mais tarde foi acrescido do termo termotolerante, substituindo coliforme fecal. *E. coli* foi então diferenciada dos coliformes totais como um indicador mais específico de poluição fecal. O grupo é constituído de muitas

espécies de enterobactérias incluídas nos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter* (LECLERC et al., 2001).

Segundo Bastos *et al.*, (2000), os coliformes totais são bactérias em forma de bacilos, gram-negativas, não-esporuladas, aeróbias ou anaeróbias facultativas, oxidase-negativas, que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído dentro de 24-48 horas a 35-37° C; enquanto os coliformes fecais diferem destes por crescerem à temperatura de 44 a 45°C em 24 horas, fermentando a lactose com produção de ácido e gás.

Fazem parte do grupo coliformes microrganismos típicos da microbiota fecal, podendo a maioria deles ser encontrados em outros locais, mas a espécie *Escherichia coli* é considerada como sendo de origem unicamente fecal (LEITÃO, 1988).

Segundo Borges e Bertolin (2002), a observação de coliformes, considerados como bons indicadores biológicos em qualquer água, é indício do risco de existência de patógenos da família *Enterobacteriaceae*, fato aceito pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e por Órgãos Nacionais de Meio Ambiente e Vigilância Sanitária.

Alguns coliformes são encontrados no solo e em vegetais, e têm a capacidade de se multiplicar na água com relativa facilidade (VIEIRA et al., 1999).

A importância de detecção de coliformes na água é que conduz à presença de outros patógenos, tais como vírus e bactérias e sua presença indica uma contaminação por fezes (CASTRO et al., 2002).

#### **2.4 - *Escherichia coli***

*Escherichia coli* é o nome aceito para o bacilo coliforme, originalmente denominado *Bacillus coli commune* por Theodor Von Escherich em 1885, isolado de fezes de crianças, *Bacillus coli* por Migula em 1895 e *Bacterium coli* por Lehmann em 1896. Atualmente apresenta grande significado clínico para o homem devido ao seu papel como patógeno oportunista, causando infecções no

sangue, feridas e trato urinário, sendo, ao lado de outras enterobactérias, virtualmente considerado causador de qualquer doença infecciosa e podendo ser potencialmente isolado de qualquer amostra enviada ao laboratório em caso de pacientes hospitalizados e imunodepressivos (KONEMAM et al., 1993).

Desde que Escherich descreveu pela primeira vez *Bacterium coli commune* organismo que depois passou a chamar-se *Escherichia coli*, sua associação com enfermidades tem sido objeto de grandes investigações que continuam até hoje (BELL; KYRIAKIDES, 1998).

O gênero *Escherichia* compreende enterobactérias móveis ou imóveis, bastonetes curtos, gram negativos, não formadores de esporos, anaeróbicos facultativos, fermentadores de lactose com produção de gás após 24-48 horas de incubação (SIQUEIRA, 1995).

Segundo o CONAMA, *E. coli* é membro da família Enterobacteriaceae, caracteriza-se pela presença das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glicuronidase. Cresce a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. É oxidase negativa, podendo usar o acetato como única fonte de carbono, o mesmo não acontece com o citrato, o qual pode não ser utilizado pela bactéria. A glicose e outros carboidratos são fermentados com produção de piruvato, que é então convertida a ácido láctico, acético e fórmico. Muitas cepas, especialmente aquelas isoladas dos tecidos extra-intestinais, possuem cápsula ou microcápsulas polissacarídicas (BRENNER, 1984). Esta espécie está presente em número abundante nas fezes humanas e de animais, tendo sido isolada de esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (CONAMA, 2000).

A bactéria é encontrada naturalmente nos intestinos de animais de sangue quente, inclusive no dos humanos. Das bactérias aí presentes, 5-50% são *E. coli* e a partir da matéria fecal e por meio de vários veículos pode vir a contaminar água e alimentos (FUJIOKA et al., 1981).

Mais de 250 milhões de casos de doenças gastrointestinais e respiratórias e 5-10 milhões de casos de hepatite são registrados anualmente em regiões costeiras do mundo todo. Embora infecções gastrointestinais agudas associadas

com nadadores tenham sido correlacionadas com altas densidades de *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp. em águas de banho, não há evidência simultânea com infecções de pele, trato respiratório superior, olhos e garganta devido a exposição as águas da praia ao longo da costa (CLARK et al., 2003).

Por ser uma bactéria de origem fecal, *Escherichia coli* é um dos patógenos de maior importância nos estudos onde se deseja constatar contaminação por esgotos. Todavia à semelhança das demais bactérias, ela necessita de condições favoráveis para se desenvolver. A água do mar, devido a grande concentração de sais, pode funcionar como um fator limitante para a multiplicação da *E. coli* aliado a outros fatores, tais como a temperatura, radiação e competição com outros seres vivos (VIEIRA et al., 2001).

#### **2.4.1 – Patogenicidade**

Segundo Leclerc et al. (2001), amostras de *E. coli* que colonizam o intestino humano são inofensivas. Entretanto, dentro da espécie existem variantes patogênicas que causam síndromes distintas como a diarreia, por possuírem fatores de virulência tais como enterotoxinas e enteroadesinas.

*E. coli* coloniza o intestino humano algumas horas após o nascimento, sendo considerado um microrganismo da biota normal, onde maior parte das cepas não são patogênicas, mas a espécie contém cepas capazes de causar vários tipos de enfermidades, algumas mortais (BELL; KYRIAKIDES, 1998; RODRÍGUEZ – ANGELES, 2002).

De acordo com Konemam et al. (1993), determinados sorogrupos O de *E. coli* são conhecidos por invadir a mucosa intestinal, produzindo uma síndrome semelhante àquela causada por espécies de *Shigella*.

*E.coli* foi dividida em seis grupos baseados em fatores definidos de virulência, manifestações clínicas produzidas, epidemiologia e sorotipagem. Os grupos que são reconhecidos como causadores de diarreias são: *E.coli* produtora de Shiga toxina (STEC) também referida como *E. coli* Enterohemorrágica (EHEC), *E.coli* Enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* Enteropatogênica (EPEC), *E. coli*

Enteroinvasora (EIEC), *E. coli* Enteroagregativa (EaggEC) e difusamente agregada (DAEC) sendo que ainda existem várias outras cepas de *E. coli* produtoras de toxinas, mas o significado clínico destes organismos não é claro (NATARO; KAPER, 1998).

*Escherichia coli* está entre os principais agentes enteropatogênicos, principalmente nos países da América Latina e África, representados pelos seguintes sorogrupos de EPEC: O18, O26, O44, O55, O86, O111, O112, O114, O119, O125, O126, O127, O128ab e O142 (JAKABI; FRANCO, 1991).

## **2.5 – *Enterococcus* spp.**

Os enterococos são bactérias láticas na forma de cocos ou cocobacilos Gram positivos, catalase negativo, embora algumas cepas possam produzir pseudocatalase, e anaeróbios facultativos (SILVA et al., 1997).

Não formam endósporos, podem ser móveis (raros flagelos) e não possuem cápsula. Agrupam-se aos pares, cadeias curtas ou células isoladas. Fermentam diversos carboidratos com produção de ácido láctico principalmente, mas sem produção de gás, com pH final variando de 4,2 a 4,6. Possuem habilidade em crescer em meios contendo NaCl a 6,5% e na presença de sais biliares a 40%, em temperaturas entre 10 e 45°C (com temperatura ótima a 37°C), sobrevive por 30 minutos a 60°C. Possuem necessidades nutricionais complexas. Raramente reduzem nitrato e em geral fermentam a lactose (FERREIRA; LEME, 2001).

O principal reservatório humano dos enterococos é o trato gastrintestinal, no entanto, ele pode ser encontrado com menos frequência na cavidade oral, vesícula biliar, uretra e vagina (MURRAY, 1990).

Dentre as espécies de enterococos, *Enterococcus faecalis* costumava ser responsável por aproximadamente 80 a 90% das infecções, enquanto que *Enterococcus faecium* era responsável por menos de 5% das infecções enterocócicas (RUOFF et al., 1990). Porém, nos últimos anos, a prevalência do *E.*

*faecium* tem aumentado muito, especialmente em locais onde há alta prevalência de resistência a vancomicina. Embora ainda existam controvérsias a respeito da virulência dos enterococos, estes patógenos são importantes na veiculação à endocardite infecciosa, a bacteremia, a infecções do trato urinário, a infecção de ferida cirúrgica e à sepse neonatal (LEMC, 2000).

Existe um problema com a taxonomia de enterococos, em função deles constituírem um grupo heterogêneo de cocos Gram positivos, dividindo muitas características com o gênero *Streptococcus* e *Lactococcus*. Isso explica o fato porque, enterococos associados a alimentos, têm sido freqüentemente considerados pertencer à microbiota láctica. Com base na catalogação do 16S rRNA, o gênero *Streptococcus* foi separado durante o ano de 1980 em três gêneros: *Enterococcus*, *Lactococcus* e *Streptococcus*. Conseqüentemente, as bactérias previamente chamadas "*Streptococcus faecalis*", "*Streptococcus faecium*", "*Streptococcus avium*" e "*Streptococcus gallinarium*" foram transferidas em 1984 para o revisado gênero *Enterococcus* como *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* e *E. gallinarium*, respectivamente (SCHLEIFER; KILLPER – BALZ, 1984).

A importância do enterococos se deve não somente a sua elevada freqüência em infecções hospitalares nos últimos anos, mas também da sua capacidade de desenvolver resistência aos antimicrobianos comumente utilizados. A pressão seletiva provocada pelo uso extensivo de cefalosporinas de amplo espectro, aminoglicosídeos e outros antimicrobianos com atividade limitada contra enterococos, tem permitido que esse patógeno sobreviva e prevaleça entre bactérias que colonizam o trato gastrointestinal de pacientes graves, imunossuprimidos e neutropênicos. Conseqüentemente, a ocorrência de infecções graves por enterococos tem aumentado progressivamente, principalmente em hospitais terciários onde esse patógeno é responsável por um número importante de infecções que apresentam alta morbidade e mortalidade. Particularmente temível é a capacidade dos enterococos de transferir genes a espécies mais virulentas como, por exemplo, os estafilococos. As amostras de *E. faecium* tendem a ser mais resistentes aos antimicrobianos do que as amostras de *E. faecalis* (MURRAY, 1990).

## 2.6 – Relação Coliformes fecais / *Enterococcus faecalis* (CF/EF)

A relação coliformes fecais (CF) / *Enterococcus faecalis* (EF), foi proposta por Geldreich & Kenner (1969) para diferenciar a poluição de origem humana da não humana, baseado no fato de que os dois grupos indicadores ocorrem em proporções diferentes nas fezes humanas e de outros animais homeotermos. De acordo com estes pesquisadores, a razão CF/EF acima de 4,0 sugere contaminação humana e abaixo de 0,7 indicaria contaminação por outros animais. Os autores destacam que o índice CF/EF fornece resultados mais confiáveis, quando a determinação é feita dentro das primeiras 24 horas de ocorrida a poluição, devido aos diferentes períodos de sobrevivência de ambos indicadores.

O uso do índice CF/EF para a diferenciação da origem da contaminação fecal foi questionado por McFeters et al. (1974), devido as diferentes taxas de sobrevivência dos indicadores. Os autores verificaram que os *Enterococcus faecalis* sobrevivem mais tempo (22,2 h) que os coliformes fecais (18,4 h). No entanto Feachem (1975), propõe um novo valor igual ou superior a 2,0 como índice de contaminação humana em vez do valor 4,0, proposto originalmente por Geldreich & Kenner (1969).

## 3. MATERIAL E MÉTODO

As amostras utilizadas nas análises contidas neste trabalho constituíram – se de água do mar, coletadas na profundidade aproximada de 1 metro e de sedimento seco , coletadas a uns 15 centímetros da superfície, das praias do Meireles (Náutico) e do Futuro (Vila Galé) .

Foram realizadas 12 coletas, no período de fevereiro a julho de 2004, em cada praia, uma por semana, sempre no período da manhã. Eram anotados fatores físico-químicos, como: temperatura, pH e salinidade.

### **3.1 Coleta das amostras**

As amostras de água eram coletadas em garrafas de 1000 mL, de cor escura, esterilizadas e os sedimentos, aproximadamente 50g, em embalagens plásticas, estéreis (ziploc) e em seguida encaminhadas ao laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado, do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR. Em laboratório as amostras eram processadas e realizadas as contagens de coliformes totais, fecais e enterococos através do teste do Número Mais Provável (NMP) usando-se a técnica dos tubos múltiplos (FENG et al., 2002).

### **3.2 Determinação dos valores de temperatura, pH e salinidade**

As amostras de água das duas praias, Meireles e Futuro, tiveram suas temperaturas medidas no local de coleta por um termômetro de mercúrio da marca Inconterm, assim como os valores de pH e de salinidade, sendo que os dois últimos valores eram verificados no laboratório.

Para medição do pH era utilizado um medidor de pH da marca Marconi-pa 200p e para os valores de salinidade um refratômetro da marca Atago s/mill.

### **3.3 Diluições**

As amostras de água foram abertas assepticamente e delas era retirado um (1mL) e transferido para um tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina a 0,85%, estéril, que correspondia a diluição  $10^{-1}$ . As demais diluições, até a  $10^{-4}$ , também foram feitas com solução salina a 0,85%. De cada diluição foram feitas séries de cinco repetições.

Para as amostras de sedimento, eram pesados 25g, também de forma asséptica, e transferidas para Erlenmeyer contendo 225 mL de solução salina a 0,85%, estéril, e em seguida levadas ao homogenizador por aproximadamente 20 minutos. A partir da homogeneização das amostras (diluição  $10^{-1}$ ) foram feitas as demais diluições, em tubos de ensaio, semelhante às diluições das amostras de água. Eram feitas séries de três repetições por diluição.

### **3.4 Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais ou termotolerantes**

O NMP para coliformes fecais ou termotolerantes foi determinado através da técnica de fermentação em tubos múltiplos, segundo Feng et al. (2002). O exame foi processado em três etapas distintas: prova presuntiva, confirmatória e completa ou bioquímica, sendo o método baseado em probabilidade usado para se obter a estimativa do NMP.

#### **3.4.1 Prova Presuntiva**

O meio utilizado para a prova presuntiva foi o Caldo Lactose Bacto (Difco), reidratado e distribuído em tubos (10mL) contendo tubos de Durhan invertidos. Nos tubos esterilizados eram depositados um (1) mL da amostra de cada diluição ( $10^{-1}$  a  $10^{-4}$ ). Os tubos eram então incubados em estufa a 35°C/48h.

O resultado positivo da prova era confirmado através da formação de gás nos tubos de Durhan e turvação do meio.

#### **3.4.2 Prova Confirmatória**

Dos tubos que apresentaram resultados positivos no teste presuntivo foram retirados inóculos que foram adicionados a novos tubos contendo caldo EC – DIFCO e noutros com caldo Bile Verde Brilhante (BVB – DIFCO), esterilizados, contendo tubos de Durhan invertidos. Os tubos eram incubados em banho-maria a 45°C/48h e em estufa a 35 – 37°C/48h, respectivamente.

A positividade destas provas era verificada através da turvação do meio e formação de gás nos tubos de Durhan.

#### **3.4.3 Prova Completa**

De cada tubo contendo caldo EC, com resultado positivo, foi retirada uma alíquota com ajuda de uma alça níquel – cromo e transferida para placas do meio

Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) – DIFCO, através de um estriamento sobre a superfície, sendo então incubados em estufa a 35°C por até 18 horas. Após esse tempo de incubação, das placas que tiveram crescimento foram isoladas em Tryptic Soy Agar (TSA) – DIFCO inclinado, de duas a três colônias. A cultura crescida em TSA foi usada para identificação morfológica (coloração de Gram) e para as provas bioquímicas.

#### **3.4.3.1 Coloração de Gram**

Foram preparadas lâminas a partir do crescimento da cultura pura em TSA, e coradas segundo o método da coloração de Gram (PELCZAR, 1996) *E. coli* tem forma de bacilo curto e é Gram-negativa.

#### **3.4.3.2 Provas Bioquímicas**

As cepas bastoneiformes, Gram-negativas, eram testadas bioquimicamente através dos testes relacionados a seguir. Para sua classificação bioquímica era utilizada a diferenciação segundo Soares et al. (1991) (Quadro 2).

##### **❖ Indol**

A partir do crescimento de cepas no meio TSA, foi retirado uma alíquota do cultivo, com a utilização de uma agulha previamente flambada e esfriada e então, foi perfurado o meio SIM (Vetec), o qual foi mantido em estufa por 24 horas a 35°C. Uma turvação uniforme a partir dessa picada no meio SIM, indica motilidade. Após este tempo, eram adicionados 0,2 mL do reativo de Kovacs (paradimetilaminobenzaldeído) ao meio. O aparecimento de um anel vermelho na superfície do meio indica positividade, caracterizando a produção de indol, oriundo da degradação do aminoácido triptofano pela enzima bacteriana triptofanase. *Escherichia coli* é positiva para esse teste.

#### ❖ **Teste do Vermelho de Metila (VM)**

Do mesmo crescimento em TSA, foi retirado inóculo e introduzido em 3mL do Caldo MR-VP (Micro MED), posteriormente incubados por 96 horas, a 35°C(SIQUEIRA, 1995). Após o tempo de incubação, foram adicionados no interior do caldo 3 a 5 gotas de solução do indicador de pH vermelho de metila que indica o resultado da prova. A mudança da cor do meio indica a presença de produtos ácidos, pH em torno de 4,0, decorrentes do tipo de fermentação dos carboidratos, que pode ser ácida mista ou fórmica. *Escherichia coli* é positiva para este teste.

#### ❖ **Teste de Voges-Proskauer (VP)**

Tubos contendo 3 mL de Caldo MR-VP (Micro MED) eram inoculados com crescimento em TSA através de alça de níquel-cromo e incubados por 48 horas a 35°C. Para cada 1,0 mL do meio eram adicionados 0,6 mL do reativo de Barrit I ( $\alpha$ -naftol) e 0,2 mL do reativo de Barrit II (KOH a 40%). O tubo era agitado vigorosamente, aberto e deixado em repouso à temperatura ambiente por 30 minutos. O aparecimento de coloração rósea a vermelho rubro, indica teste VP positivo (FENG, et al., 2002), pois indica a presença de produtos básicos no meio, como a acetoína (acetil – metilcarbinol), devido ao tipo de fermentação dos carboidratos, butanodióica ou butilenoglicol. A ausência de cor vermelha indica VP negativo, característica de *E. coli*.

#### ❖ **Teste de Citrato**

Inóculos do crescimento em TSA foram utilizados também para estriar tubos com meio Agar Citrato de Simmons (Vetec) inclinado, utilizando-se alça de níquel-cromo. Os tubos foram incubados a 35°C por 96 horas. A presença do crescimento, com posterior viragem do indicador (azul de bromotimol), presente no

meio, indica que o citrato foi utilizado, pela bactéria, como fonte de carbono, prova positiva (FENG, et al., 2002). Esta prova é negativa para *E.coli*.

**Quadro 2 – Diferenciação bioquímica de algumas enterobactérias.**

REAÇÕES					MOTILIDADE	GÊNERO OU ESPÉCIE
In	VM	VP	C	L		
+	+	-	-	+	+	<b>Escherichia coli I</b>
-	+	-	-	+	+	<b>Escherichia coli III</b>
-	-	+	+	+	d	<b>Enterobacter- Klebsiella</b>
-	-	+	+	+	+	<b>Enterobacter sp</b>
-	+	-	+	+	+	<b>Citrobacter sp</b>

In = Produção de Indol

VM = Prova de Vermelho de Metila

VP = Reação de Voges-Proskauer

C = Citrato

L = Fermentação da lactose

Fonte: Soares et al. (1991)

### 3.5 Número Mais Provável de *Enterococcus* spp

A estimativa do NMP de enterococos foi também realizada nas amostras de água de ambas as praias, através da técnica de tubos múltiplos proposta pelo Bergey's manual (BRENNER, 1984) utilizando o caldo Dextrose Azida – DIFCO e o Agar M – enterococos – DIFCO.

A análise foi processada em duas etapas distintas: prova presuntiva e prova confirmatória.

#### 3.5.1 Prova Presuntiva

Para o teste presuntivo, foram utilizadas seqüências de cinco tubos contendo diluições variando de  $10^{-1}$  até a  $10^{-4}$ , inoculadas em caldo Azida Dextrose e incubadas por 48 horas a  $35^{\circ}\text{C}$ . Após esse período foram considerados positivos os tubos que apresentaram turvação.

### 3.5.2 Prova Confirmatória

Em seguida, cada tubo positivo foi inoculado por estriamento em placas contendo o Agar M – *Enterococcus* - DIFCO e incubado por 48 horas a 35°C. Foram consideradas positivas as placas que apresentam colônias pequenas e de cor vermelha.

A estimativa do número de enterococos foi feita levando-se para a tabela a combinação de placas de M – *Enterococcus* com crescimento característico (BRENNER, 1984).

### 3.6 Contagem Padrão em Placas (CPP)

A partir das amostras de sedimento, foram preparadas diluições até  $10^{-6}$  em tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina a 0,85% estéril.

A técnica de plaqueamento usada para contagem de microrganismos aeróbios viáveis, foi o de Agar Contagem de Placas, conhecido como Plate Count Agar (PCA) – OXOID.

Foi pipetado 1 mL de cada diluição e transferido para placas de Petri estéreis (em duplicatas). A cada placa foram adicionados 18 mL do meio PCA. Toda a operação foi feita dentro de 15 minutos a partir da preparação das diluições. As placas foram então agitadas em movimentos de rotação para a mistura e homogeneização do meio com as amostras. Após a solidificação do Ágar, as placas foram incubadas invertidas a 35°C por 24 horas. Após esse período, as placas eram escolhidas para contagem de acordo com a quantidade de crescimento. Eram escolhidas aquelas que continham entre 25 e 250 Unidades Formadoras de Colônia – UFC (MATURIN; PEELER, 2001). Das contagens realizadas foi calculada a média das placas por diluição.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os NMPs de coliformes fecais ou termotolerantes das amostras de água das praias do Futuro e do Meireles variaram de <1,8 a 350.000 (TABELAS 1 e 2).

**TABELA 1** – Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais da água do mar da praia do Futuro (Vila Galé), classificada segundo os critérios de balneabilidade da Resolução nº 274 do CONAMA (2000).

Amostras (semana)	CF/100ml	Classificação	Amostras (semana)	CF/100ml	Classificação
1 <sup>a</sup> - 5 <sup>a</sup>	200 <1,8 <1,8 200 350.000	I	5 <sup>a</sup> - 9 <sup>a</sup>	350.000 7000 <1,8 <1,8 450	P
2 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 200 350.000 7.000	I	6 <sup>a</sup> - 10 <sup>a</sup>	7.000 <1,8 <1,8 450 <1,8	P
3 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	<1,8 200 350.000 7.000 <1,8	P	7 <sup>a</sup> - 11 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 450 <1,8 780	P
4 <sup>a</sup> - 8 <sup>a</sup>	200 350.000 7000 <1,8 <1,8	P	8 <sup>a</sup> - 12 <sup>a</sup>	<1,8 450 <1,8 780 <1,8	P

P - Própria; I – Imprópria

**TABELA 2** – Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais da água do mar da praia do Meireles (Náutico), classificada segundo os critérios de balneabilidade da Resolução nº 274 do CONAMA (2000).

Amostras (semana)	CF/100ml	Classificação	Amostras (semana)	CF/100ml	Classificação
1ª - 5ª	<1,8 <1,8 450 350000 2200	P	5ª - 9ª	2200 <1,8 450 680 <1,8	P
2ª - 6ª	<1,8 450 350000 2200 <1,8	P	6ª - 10ª	<1,8 450 680 <1,8 200	P
3ª - 7ª	450 350000 2200 <1,8 450	P	7ª - 11ª	450 680 <1,8 200 10000	I
4ª - 8ª	350000 2200 <1,8 450 680	P	8ª - 12ª	680 <1,8 200 10000 <1,8	P

P - Própria; I – Imprópria

Os resultados encontrados nem sempre atenderam aos critérios estabelecidos para águas de contato primário, na avaliação de condição de balneabilidade segundo a Resolução nº 274 do CONAMA (2000), sendo assim, as amostras foram consideradas impróprias nas semanas onde os critérios estabelecidos pela legislação vigente não foram atendidos.

As águas das praias do Meireles e do Futuro, apresentaram somente em uma (12,5%) e duas (25%) semanas, respectivamente, um índice de CF além do permitido pelo CONAMA. O mesmo define a impropriedade das referidas águas quando 80% ou mais das amostras forem maior ou igual a 1000 CF/100 mL ou quando a última for maior ou igual a 2.500 CF/100mL

Pelos dados de CF obtidos nas duas praias pode-se perceber que, apesar dessas praias terem se apresentado, em algumas semanas, impróprias para balneabilidade, não se encontravam muito poluídas.

Vieira et al. (2001) estudando as águas da Praia do Futuro em Fortaleza – CE obtiveram em quatro amostras, de diferentes estações de coleta, valores para o NMP de CF maiores que 1.100/100mL, não as considerando Excelentes, mas sim no máximo, Muito Boas.

Os NMPs de enterococos das amostras de água das praias do Futuro e do Meireles variaram de <1,8 a 1.100 e <1,8 – 1.300 (TABELAS 3 e 4).

**TABELA 3** – Número Mais Provável (NMP) de enterococos de amostras da água do mar da praia do Futuro (Vila Galé), classificada segundo os critérios de balneabilidade da Resolução nº 274 do CONAMA (2000).

Amostras (semana)	Enterococos/100ml	Classificação	Amostras (semana)	Enterococos/100ml	Classificação
1 <sup>a</sup> - 5 <sup>a</sup>	<1,8 780 200 1100 <1,8	P	5 <sup>a</sup> - 9 <sup>a</sup>	<1,8 2,0 <1,8 <1,8 <1,8	P
2 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	780 200 1100 <1,8 2,0	P	6 <sup>a</sup> - 10 <sup>a</sup>	2,0 <1,8 <1,8 <1,8 <1,8	P
3 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	200 1100 <1,8 2,0 <1,8	P	7 <sup>a</sup> - 11 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 <1,8 <1,8 <1,8	P
4 <sup>a</sup> - 8 <sup>a</sup>	1100 <1,8 2,0 <1,8 <1,8	P	8 <sup>a</sup> - 12 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 <1,8 <1,8 <1,8	P

P - Própria; I – Imprópria

**TABELA 4** – Número Mais Provável (NMP) de enterococos de amostras da água do mar da praia do Meireles (Náutico), classificada segundo os critérios de balneabilidade da Resolução nº 274 do CONAMA (2000).

Amostras (semana)	Enterococos/100ml	Classificação	Amostras (semana)	Enterococos/100ml	Classificação
1 <sup>a</sup> - 5 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 <1,8 <1,8 180	P	5 <sup>a</sup> - 9 <sup>a</sup>	180 <1,8 1300 <1,8 <1,8	P
2 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 <1,8 180 <1,8	P	6 <sup>a</sup> - 10 <sup>a</sup>	<1,8 1300 <1,8 <1,8 <1,8	P
3 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 180 <1,8 1300	I	7 <sup>a</sup> - 11 <sup>a</sup>	1300 <1,8 <1,8 <1,8 <1,8	P
4 <sup>a</sup> - 8 <sup>a</sup>	<1,8 180 <1,8 1300 <1,8	P	8 <sup>a</sup> - 12 <sup>a</sup>	<1,8 <1,8 <1,8 <1,8 <1,8	P

P - Própria; I - Imprópria

Em relação aos enterococos a Praia do Náutico esteve somente em uma semana (após 5 coletas seguidas) fora dos padrões exigidos pelo CONAMA. Nessa semana os índices de CF caracterizaram a praia como Própria, mas de acordo com a resolução 274 foi tomado o critério mais restritivo, no caso o NMP de enterococos, para ditar a impropriedade das águas. Nossos dados concordam com os de Vieira et al (2002) que determinaram também impropriedade das águas da Praia do Meireles na maioria das análises realizadas nessa pesquisa.

A Praia do Futuro esteve, em relação ao NMP de enterococos, sempre aquém do permitido pela mesma resolução.

Segundo Mendes et al. (1997), a exposição e contato de pessoas com águas recreacionais contaminadas têm sido freqüentemente associada a riscos à saúde pública, por este motivo o controle das áreas destinadas a balneabilidade

enfoca, principalmente, a qualidade microbiológica das águas. Entretanto, nos últimos anos tem havido uma preocupação crescente com a contaminação significativa das áreas das praias, pelo descarte inadequado de lixos, por dejetos de animais ou por poluição trazida pelas marés, que podem carrear bactérias, fungos e parasitas patogênicos.

Para amostras de sedimento seco das praias do Futuro e do Meireles foram encontrados valores de CF entre <3,0 a 150 e <3,0 a 460, respectivamente (TABELAS 5 e 6).

**TABELA 5** – Número Mais Provável (NMP) de CF de amostras de sedimento seco da praia do Futuro, Fortaleza, CE

Amostras (semana)	CF/g de sedimento	Amostras (semana)	CF/g de sedimento
1 <sup>a</sup> - 5 <sup>a</sup>	<3,0	5 <sup>a</sup> - 9 <sup>a</sup>	<3,0
	<3,0		3,6
	<3,0		<3,0
	150		<3,0
	<3,0		<3,0
2 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	<3,0	6 <sup>a</sup> - 10 <sup>a</sup>	3,6
	<3,0		<3,0
	150		<3,0
	<3,0		<3,0
	3,6		7,4
3 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	<3,0	7 <sup>a</sup> - 11 <sup>a</sup>	<3,0
	150		<3,0
	<3,0		<3,0
	3,6		7,4
	<3,0		30
4 <sup>a</sup> - 8 <sup>a</sup>	150	8 <sup>a</sup> - 12 <sup>a</sup>	<3,0
	<3,0		<3,0
	3,6		7,4
	<3,0		30
	0,03		<3,0

**Tabela 6** – Número Mais Provável (NMP) de CF de amostras de sedimento seco da praia do Meireles (Náutico), Fortaleza, CE

Amostras (semana)	CF/g de sedimento	Amostras (semana)	CF/g de sedimento
1 <sup>a</sup> - 5 <sup>a</sup>	<3,0	5 <sup>a</sup> - 9 <sup>a</sup>	29
	<3,0		460
	<3,0		350
	200		75
	29		28
2 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	<3,0	6 <sup>a</sup> - 10 <sup>a</sup>	460
	<3,0		350
	200		75
	29		28
	460		23
3 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	<3,0	7 <sup>a</sup> - 11 <sup>a</sup>	350
	200		75
	29		28
	460		23
	350		3,6
4 <sup>a</sup> - 8 <sup>a</sup>	20	8 <sup>a</sup> - 12 <sup>a</sup>	75
	29		28
	460		23
	350		3,6
	75		<3,0

As amostras de sedimento seco das duas praias estudadas, Futuro e do Meireles, mantiveram – se sempre com valores de NMP de CF abaixo de 1.000 CF/g. Uma vez que a legislação no nosso país não faz alusão ao limite de coliformes fecais em areia de praia, foram usados, para comparação dos resultados, valores propostos por Portugal (MENDES et al., 1993) que determina a quantidade de no máximo 1.000 CF/g, assim as duas praias estudadas estavam Próprias para a freqüência.

A influência do fluxo e refluxo da maré sobre a areia é a causa mais provável da contaminação da areia úmida, mas a seca também pode apresentar alto nível de contaminação por CF (VIEIRA et al., 2002).

Não é raro se observar que os despejos de esgoto atinjam galerias ou ancoradouros funcionando como uma fonte de contaminação fecal. Isto foi observado por Vieira et al. (2001) que ao estudarem o grau de poluição das galerias pluviais localizadas na Praia Beira - Mar, em Fortaleza, encontraram altos

índices de coliformes fecais indicando que estas galerias estavam recebendo continuamente fezes humanas ou de outros animais.

Os valores de CPP encontrados nas amostras de sedimento seco das praias pesquisadas variaram de <100 a 230.000 na praia do Futuro e de <100 a 520.000 na praia do Meireles (TABELAS 7).

O método CPP baseia-se na premissa de que cada célula viável, isolada, homogeneizada em meio sólido (Ágar) dará origem a uma colônia, uma vez que é teoria biológica que uma colônia provém de uma célula microbiana, (VIEIRA et al., 2002) sendo assim, o número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) /g encontrada no sedimento das duas praias representa a contagem de bactérias aeróbias, mesófila que estava presente nas amostras desta pesquisa. Não há limite, nem recomendações para quantidade de UFC em sedimentos de praias mas a Resolução 274 (CONAMA, 2000) no Art 8º “recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia para futuras padronizações”

**TABELA 7 - Contagem Padrão em Placas (CPP) de microrganismos aeróbios viáveis do sedimento das praias do Futuro e Meireles, Fortaleza – CE.**

<b>Coletas</b>	<b>Sedimento Praia do Futuro</b>	<b>Sedimento Praia do Meireles</b>
<b>1</b>	13.000	260
<b>2</b>	58.000	INCONTÁVEL
<b>3</b>	2.400	25
<b>4</b>	4.700	140.000
<b>5</b>	230.000	410
<b>6</b>	200	360
<b>7</b>	<100	520.000
<b>8</b>	INCONTÁVEL	1.900
<b>9</b>	<100	250
<b>10</b>	280	2.500
<b>11</b>	7.500	<100
<b>12</b>	<100	45

As medidas de temperatura, pH e salinidade estão dispostas na tabela 8.

**Tabela 8** – Parâmetros físico-químicos coletados das praias do Futuro (Vila Galé) e do Meireles (Náutico), referentes à temperatura, pH e salinidade.

Coletas	Praia do Futuro (Vila Galé)			Praia do Meireles (Náutico)		
	Temperatura (°C)	pH	Salinidade (ppt)	Temperatura (°C)	pH	Salinidade (ppt)
1	25,5	8,18	38,5	26	8,15	40
2	29	8,28	37	30	8,31	39
3	30	8,23	38,5	28,5	8,22	39
4	23,5	8,24	38	24	8,21	38
5	30	8,20	36,5	31	8,19	37
6	29	8,17	38	30	8,19	39
7	31	8,20	37	29	8,27	38
8	29	8,24	37	30	8,20	38
9	30	8,12	36	29	8,21	38
10	28,5	8,24	36	29,5	8,31	38,5
11	29	8,17	38	29	8,25	38
12	26,5	8,21	36	28	8,15	37

A temperatura da água da praia do Futuro e do Meireles variou de 23,5 a 31°C e 24 a 31°C, respectivamente, ao longo de todo experimento. Os valores de pH variaram de 8,12 a 8,28 e 8,15 a 8,31 obtidos nas águas das praias. A salinidade observada da praia do Futuro foi entre 36 e 38,5 e no Meireles foi de 37 a 40.

A média das temperaturas das amostras de água encontrou-se na faixa das mesófilas e de acordo com Gauthier et al. (1993), o risco de poluição de águas

marinhas por *E. coli* e por extensão, pelas enterobactérias patogênicas para o homem, é muito mais acentuado em águas quentes e ricas em matéria orgânica.

De acordo com Rozen & Belkin (2001), o pH da água do mar se situa normalmente entre 7,5 e 8,5 e é influenciado pela temperatura, pressão e atividades fotossintéticas e respiratórias dos microrganismos. Segundo os autores, um pH ácido, em torno de 5,0 favorece à sobrevivência da *E. coli*, ao passo que o pH da água do mar, em torno de 8,0, contribui para um efeito deletério na sobrevivência da bactéria.

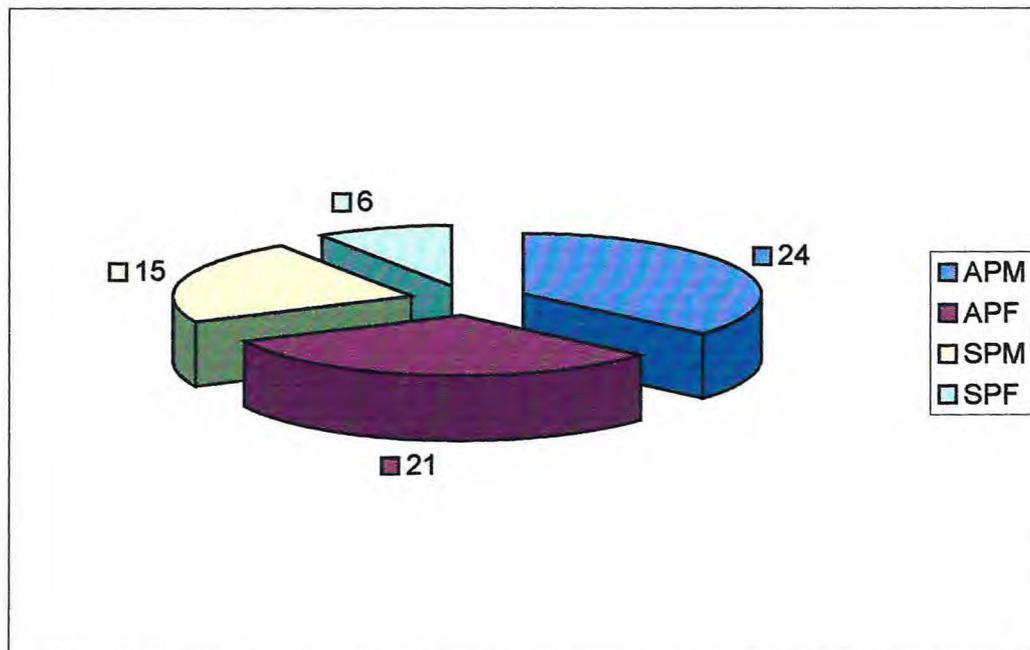
Munro et al. (1987) demonstraram que a adaptação de bactérias em meio salino proporcionava um aumento da sobrevivência delas em água do mar.

Até a década de 70, a sobrevivência das bactérias entéricas no ambiente marinho era considerada como de curta duração. Supunha-se que essas bactérias eram destruídas rapidamente pelos chamados fatores antagonistas (temperatura, radiação solar, salinidade, pH, etc) e que representavam o “fator de autodepuração” do meio marinho (GAUTHIER, 1993). Entretanto isto não ocorre hoje, certamente porque as praias recebem constantemente um grande aporte de material fecal.

Silva et al. (2000) monitorando as águas da área de construção do Porto do Pecém detectaram que os valores de pH nas diferentes estações oceanográficas tiveram uma pequena variação, sendo o mínimo registrado de 7,94 e o máximo de 8,54. A natureza alcalina desse parâmetro exclui a presença de substâncias ácidas que poderiam ter sido lançadas diretamente no meio ambiente, ou serem resultantes de reações químicas entre a água do mar e agentes poluentes.

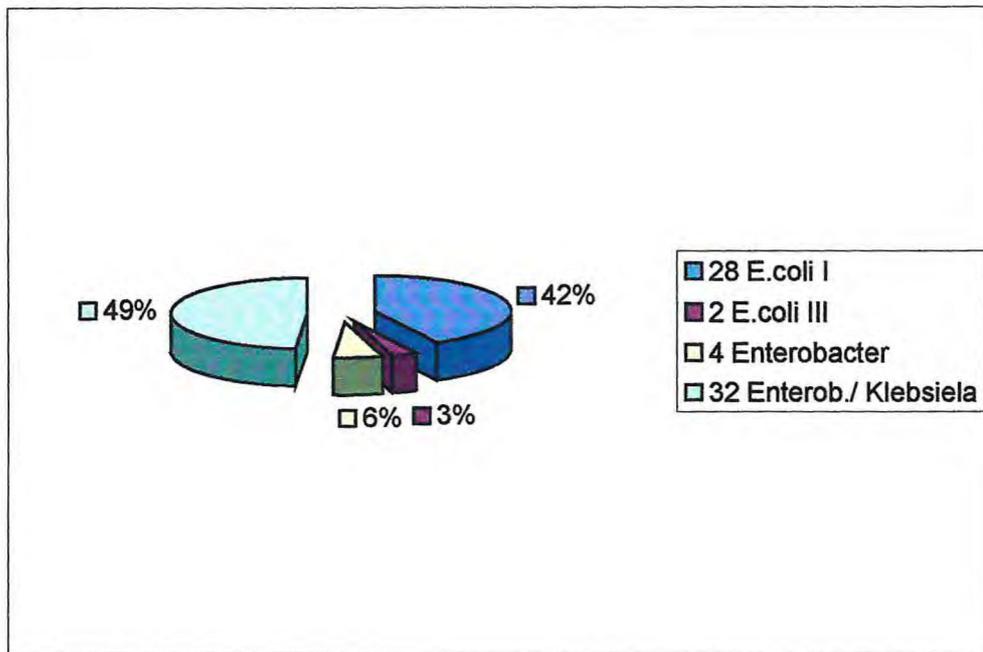
Foram isoladas 66 cepas do caldo EC das amostras de água e sedimentos das praias estudadas, dentre os quais 24 foram da água da praia do Meireles, 21 da água da praia do Futuro, 15 do sedimento da praia do Meireles e 6 do sedimento da praia do Futuro (FIGURA 1). Das cepas isoladas 28 foram classificadas como sendo *Escherichia coli* tipo I, 2 sendo *Escherichia coli* tipo III, 4 *Enterobacter* e 32 *Enterobacter – Klebsiella* (FIGURA 2). As bactérias coliformes ocorrem em poluições orgânicas, sendo assim as praias estudadas estariam recebendo aporte de material orgânico, principalmente através de galerias pluviais

(VIEIRA et al., 2002), o que se constitui num risco para os banhistas, principalmente crianças que buscam as praias como área de lazer. O isolamento das cepas e suas respectivas origens estão dispostos na Tabela 9.



APM = ÁGUA PRAIA DO MEIRELES; APF = ÁGUA PRAIA DO FUTURO; SPM = SEDIMENTO PRAIA DO MEIRELES; SPF = SEDIMENTO PRAIA FUTURO.

**Figura 1** –Quantificação das cepas de caldo EC isoladas das amostras das praias do Futuro e do Meireles, Fortaleza-CE.



**Figura 2** – Porcentagem das cepas de caldo EC isoladas das amostras das praias do Futuro e do Meireles, Fortaleza-CE.

**TABELA 9** – Isolamento de cepas segundo sua origem.

AMOSTRA	PRAIA	Cepas isoladas	E.coli I	E.coli III	Enterobacter	Enterobacter Klebsiela
Água	Futuro	21	2	0	2	17
	Meireles	24	18	2	0	3
Sedimento	Futuro	6	3	0	0	3
	Meireles	15	5	0	1	9

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Com base nos resultados podemos concluir que, as Praias do Meireles e Futuro apresentaram-se Impróprias em 25% das amostragens (2 semanas) segundo a Resolução de nº 274 do CONAMA de 2000.

Recomenda-se o monitoramento das praias como uma prática constante para se detectar contaminação das mesmas por bactérias patogênicas ao homem. Porém não deve ser a única preocupação das autoridades locais, medidas preventivas de contaminação devem ser tomadas, evitando assim que o aporte de lixo orgânico, ou industrial, seja lançado ao ambiente marinho acarretando sérios riscos à fauna e flora aquáticas como também à população que busca esses ambientes como forma de lazer.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, R. K. S., et al., Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. **XXBII Congresso Interamericano da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Alegre, 2000.

BELL, C., KYRIAKIDES, A., *E. coli*: uma aproximación práctica al microorganismos y su control en los alimentos. Acribia, Zaragoza, 1998, 234p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Senado da República, Brasília, 1988.

BRASIL, O Brasil e o Mar no Século XXI: Relatório aos Tomadores de decisões do País. **Comissão Nacional Independente dos Oceanos**, Rio de Janeiro, 1998, 408p.

BRENNER, D.J. Enterobacteriaceae. In: KRIEG, N.R.; HOLTZ, J.G. 9º ed. **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1984, p.409-423.

BERZIN, G. Monitoramento do emissário submarino de Santos – SP-Brasil em 10 anos de operação, In: **Anais do 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Goiânia, 1991, p.22-27.

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, 2002, p. 174-184.

CASTRO, H.M.P., et al., Balneabilidade e Doenças de Veiculação Hídrica: Situação das Praias de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.35, 2002, p.119-124.

CETESB. Relatório de balneabilidade das praias paulistas 1998. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB)**, São Paulo, 1998, 203p.

CLARK, A. et al. Health hazards due to pollution of waters along the coast of Visakhapatnam, east coast of India. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.56, n.3, 2003, p.390-397.

CNUDM. Convenção das Nações Unidas Sobre o Direito do Mar. **Reproduzido pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil**, 1998, 311p.

CONAMA. **Resoluções CONAMA**, nº 274. Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio Ambiente, Brasília, 2000.

DIAS, A.M.G., et al., Virulence factors in *Escherichia coli* isolated from blood and cerebrospinal fluid. **Ver. Microbiol.**, São Paulo, v.25, n.2, 1994, p.77-82.

FEACHEM, R. Improved role for faecal coliform to faecal streptococci ratios in the differentiation between human and non-human pollution sources. **Water Research**, Oxford, v.9, n.7, 1975, p.1651-1660.

FENG, P.; WEAGANT, S.D. GRANT, M.A. Enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria. Sept. 2002. In: Food and drug administration – FDA/CFSAN. **Bacteriological Analytical Manual on line**. Jan. 2001. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/êbam/bam-4.html> Acesso em: 14 maio. 2004.

FERREIRA, A.J.P.; LEME, I.L. Enterococcos. In: FERREIRA, A.W.; ÁVILA, S.L.M. (Ed.) **Diagnóstico Laboratorial das Principais Doenças Infecciosas e Auto-Imunes**. 2° ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001, p.132-146.

FUJIOKA, R. S. Indicators of marine recreational water quality, p. 176-183, In HURST, C.J., KNUDSEN, G.R., MEINERNEY, M.J., STERTZENBACH, L.D., WALTER, M.V. (eds). **Manual of Environmental Microbiology**. ASM, Washington, 1997, 893p.

FUJIOKA, R.S., et al., Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. **Appl. Environ. Microbiology**, v.41, 1981, p.690-696.

FUNDAÇÃO BIO RIO, Avaliação e ações prioritárias para as zonas costeiras e marinhas. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. Disponível em: [http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/sumario/sumario\\_v3](http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/sumario/sumario_v3) Acesso em 10/01/2006.

GAUTHIER, M.J.; BREITTMAYER, V.A.; BRAUX, A.S. Expression génétique chez les bactéries entériques dans les conditions marines. In PNUE/OMS – Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Survie des pathogènes. Rapport final sur les projets de recherche (1992-1993). **MAP Technical Reports series n° 76**. UNEP, Athens, 1993.

GELDREICH, E.E.; KENNER, B.A. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. **Journal Water Pollution Control Federation**, Alexandria, v.41, 1969, p.336-352.

GUILHERME, M.F.E.; OTTO, S.S., *Pseudomonas aeruginosa*, como indicador de contaminação hídrica. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 14, n. 76, 2000, p.43-47.

HAGLER, A.N., et al., Microbial pollution indicators in Brazilian tropical and subtropical marine surface waters. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 58, 1986, p.151-160.

HAGLER, A.N., HAGLER, L.C.S.M., Microbiologia sanitária: Indicadores Microbiológicos de qualidade sanitária, I., TRAVASSOS, L.R., AZEVEDO, J.L. (eds.), **Tratado de Microbiologia**, v. 1, in Roitman, São Paulo, 1988, p.88-96.

JAKABI, M.; FRANCO, B.D.G.M. Frequência de isolamento de cepas de *E.coli* patogênicas em alimentos de origem animal. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.11, n.1, 1991, p.170-181.

KONEMAM, E. W., et al., **Diagnóstico Microbiológico**-Texto e Atlas Colorido. Panamerican, 2° . ed., São Paulo, 1993.

LECLERC, H., et al., Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. Annu. **Reviews Microbiology**. 55, 2001, p. 201-234.

LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de alimentos, p. 03-76. In Roitman, I.; Travassos, L.R. & Azevedo, J.L. (eds.) **Tratado de Microbiologia**, Manole Ltda, São Paulo, 1988.

LEMC – LABORATÓRIO ESPECIAL DE MICROBIOLOGIA CLÍNICA. **Disciplina de Doenças Infecciosas e Parasitárias**. *Enterococcus faecalis* e *Enterococcus faecium* resistentes a vancomicina. Disponível no site: [www.unifesp.br/dmed/dipa/lemc/bristo/teste11.htm](http://www.unifesp.br/dmed/dipa/lemc/bristo/teste11.htm)-40k. Acesso em: 12/01/2006.

LIMA, R.A.P. A ação do homem nos ecossistemas. **Fundação Getúlio Vargas**. 1ª ed., Rio de Janeiro, 1979, 42p.

LIRA, A. A.; BARROS, G. C. Correlação entre a patogenicidade de *Escherichia coli* e doenças de origem hídrica. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v.15, n.85, 2001, p. 57-60.

MATURIN, L.J., PEELER, J.T. Aerobic Plate Count. In U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. **Bacteriological Analytical Manual online**. FDA/CFSAN. Sept 2002, disponível em <http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-3.htm>. acesso em 09/09/2005.

McFETERS, G.A. et al. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. **Applied Microbiology**, Washington, v.27, 1974, p.823-829.

MENDES, B.; NASCIMENTO, M.J. & OLIVEIRA, J.S. Preliminary characterization and proposal of microbiological quality standard of sand beaches. **Wat. Sci. Technol.**, v.27, n.3-4, 1993, p.453-456.

MENDES, B. et al. Sanitary quality of sands from beaches of Azores islands. **Wat. Sci. Technol.**, v.35, n.11-12, 1997, p.147-150

MOTA, S. Preservação dos recursos hídricos. ABES (Associação Brasileira dos Engenheiros Sanitaristas). Rio de Janeiro, 1988, 222p.

MOTA, J.C., TUCCI, C.E.M. Simulation of the urbanization effect in flow. **Journal Hydrological Sciences**, v. 29, n. 2, 1994, p.131-149.

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

MURRAY, B. E. The life and times of the *Enterococcus*. **Journal of Clinical Microbiology Reviews**. Washington, v.3, n.1, 1990, p. 46-65.

NATARO, J.P., KAPER, J.B., Diarrheagenic *Escherichia coli*. American Society for Microbiology. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 11, n. 11-12, 1998, p.147-150.

NOBLE, R.T., et. al., Comparison of total coliform, fecal coliform, and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. **Wat. Research**, v. 37, 2003, p.1637-1643.

O POVO. Ocupação desordenada e impacto no meio ambiente. **Jornal O POVO**. Disponível em: [www.noolhar.com/opovo/cienciasaude/547260.html](http://www.noolhar.com/opovo/cienciasaude/547260.html) - 26k. Acesso 20/01/06.

PELCZAR, M. J., et al., **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**, 2ª edição, v. 1, São Paulo, Makron Books, 1996.

RODRÍGUEZ-ANGELES, G. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. **Salud Pública de México**, v.44, n.5, 2002, p.464-475.

ROZEN, Y., BELKIN, S., Survival of enteric bacteria in seawater. **FEMS Microbiology Reviews**, Amsterdam, v.725, 2001, p.1-17.

RUOFF, K.L. Recent taxonomic changes in the genus *Enterococcus*. **European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases**, Wiesbaden, v.9, 1990, p.75-79.

SCHLEIFER, K.H., KILLPER-BALZ, R., transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the genus *Enterococcus* nom. Rev. as *Enterococcus faecalis* comb. Nov. And *Enterococcus faecium* comb. Nov. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Washington, v.34, 1984, p.31-34.

SILVA, N., et al., Contagem de Enterococos. In: **Manual de Métodos de Análises Microbiológica de Alimentos**. São Paulo. Varela, 1997, p.107-110, Cap.14.

SILVA, P.R.F.G.; PLATONOV, A.K.; VIEIRA, R.H.S.F. Monitoramento das águas da área de construção do porto do Pecém e sua zona de influência direta (Estado do Ceará, Brasil). **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.33, 2000, p.165-171.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de Microbiologia de Alimentos**. Embrapa – Merck, 159 p., Rio de Janeiro, 1995.

TORANZOS, G.A.; McFETERS, G.A., Detection of indicator microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters. In: Hurst, C. J. et al. (ed.), **Manual of environmental microbiology**. ASM, Washington, 1997, 893 p.

VIEIRA, R.H.S.F. Poluição microbiológica de algumas praias brasileiras. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 33, 2000, p. 77-84.

VIEIRA, R.H.F. et al., Poluição da água do mar e da areia de três praias de Fortaleza, Ceará, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, v. 35, 2002, p.113-118.

VIEIRA, R.H.S.F. et al., Balneabilidade das águas da praia do Futuro, Fortaleza-Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.34, 2001, p. 39-42.

VIEIRA, R.H.S.F. et al., Colimetria da água da praia da Barra do Ceará – Fortaleza – Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.32, 1999, p.119-122.

VIEIRA, R. H. S. F.; TÔRRES, 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**, p. 219-226, Varela editora, São Paulo, 2003, 380p.

VIEIRA, R. H. S. F.; TÔRRES, 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 editora, São Paulo, 2003, p. 265-270.