

**SUMAIA ANDRAUS**

**ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS ÁGUAS DO  
MAR E AREIAS DAS PRAIAS DE MATINHOS, CAIOBÁ E GUARATUBA-PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo, curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Jair Alves Dionísio  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ida Chapaval Pimentel

**CURITIBA  
2006**

## **OFERECIMENTO**

A minha família principalmente minha mãe, Abriza Hanna Abou Saab Andraus, meu marido, Celso Roberto Mizerkowski e meu filho, André Andraus Mizerkowski, por todo apoio e compreensão durante a realização dos trabalhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar ao prof. Dr. Jair Alves Dionísio pela eficiente orientação, com dedicação, paciência e competência no desenvolvimento e elaboração de toda a dissertação.

A prof<sup>a</sup> Dra. Ida Chapaval Pimentel por ter aceito a co-orientação.

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade e realização de análises físico-químicas.

Ao Instituto Ambiental do Paraná sob a direção do Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos Lindsley da Silva Rasca Rodrigues pela oportunidade, aos colegas do DEPAM e DAA, pelo apoio e principalmente aos Técnicos, Auxiliares e Estagiários do laboratório de Microbiologia pelo auxílio nas análises microbiológicas.

E, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b>	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	ix
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	xiii
<b>RESUMO</b>	xvii
<b>ABSTRACT</b>	xviii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	4
2.1 BACTÉRIAS UTILIZADAS	4
2.2 INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DE ÁGUA	5
2.3 A ÁGUA NA TRANSMISSÃO DE DOENÇAS	6
2.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS PRAIAS	7
2.5 BALNEABILIDADE NO VERÃO	8
2.6 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA QUALIDADE DAS AREIAS DAS PRAIAS	10
2.7 CONDIÇÕES SANITÁRIAS DAS AREIAS DAS PRAIAS	11
2.8 SOBREVIVÊNCIA DAS BACTÉRIAS	13
2.9 MÉTODOS EMPREGADOS NA DETECÇÃO DE COLIFORMES	17
2.10. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	20
3.1 ÁREA DE ESTUDO E LOCAIS DE COLETA DE AMOSTRAS DE AREIA E ÁGUA DO MAR	20
3.2 COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS DE AREIA E ÁGUA DO MAR	22
3.3 ANÁLISES: MICROBIOLÓGICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS	23
3.3.1 Preparo das Diluições das Amostras	24
3.3.2 Determinação do NMP/100mL para Coliformes totais, <i>Escherichia coli</i> e Enterococos	25
3.3.3 Parâmetros Físico-Químicos	29
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	30
4.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DAS PRAIAS DE MATINHOS, CAIOBÁ E GUARATUBA – PR	30

4.1.1 Praia de Matinhos	30
4.1.1.1 Coliformes totais (CT)	30
4.1.1.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	30
4.1.1.3 Enterococos (ENT)	33
4.1.2 Praia de Caiobá	34
4.1.2.1 Coliformes totais (CT)	34
4.1.2.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	34
4.1.2.3 Enterococos (ENT)	35
4.1.3 Praia de Guaratuba	36
4.1.3.1 Coliformes totais (CT)	36
4.1.3.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	37
4.1.3.3 Enterococos (ENT)	37
4.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AREIAS	39
4.2.1 Análise microbiológica da areia úmida	39
4.2.1.1 Praia de Matinhos	39
4.2.1.1.1 Coliformes totais (CT)	40
4.2.1.1.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	42
4.2.1.1.3 Enterococos (ENT)	42
4.2.1.2 Praia de Caiobá	44
4.2.1.2.1 Coliformes totais (CT)	44
4.2.1.2.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	45
4.2.1.2.3 Enterococos (ENT)	45
4.2.1.3 Praia de Guaratuba	46
4.2.1.3.1 Coliformes totais (CT)	46
4.2.1.3.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	48
4.2.1.3.3 Enterococos (ENT)	48
4.2.2 Análise microbiológica da areia seca	49
4.2.2.1 Praia de Matinhos	49
4.2.2.1.1 Coliformes totais (CT)	49
4.2.2.1.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	51
4.2.2.1.3 Enterococos (ENT)	53
4.2.2.2 Praia de Caiobá	54
4.2.2.2.1 Coliformes totais (CT)	54

4.2.2.2.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	55
4.2.2.2.3 Enterococos (ENT)	56
4.2.2.3 Praia de Guaratuba	56
4.2.2.3.1 Coliformes totais (CT)	56
4.2.2.3.2 <i>Escherichia coli</i> (EC)	58
4.2.2.3.3 Enterococos (ENT)	59
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS AMBIENTES: AREIA ÚMIDA E AREIA SECA	60
4.4 CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS NOS AMBIENTES: ÁGUA, AREIA ÚMIDA E AREIA SECA	62
<b>5 CONCLUSÕES</b>	65
<b>6. RECOMENDAÇÕES</b>	66
<b>REFERÊNCIAS</b>	67
<b>ANEXOS</b>	72

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Doenças transmitidas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos.....	7
TABELA 2 -	Níveis dos indicadores utilizados para classificação da categoria da água das praias (RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/00).....	9
TABELA 3 -	Georeferenciamento dos pontos de coleta de amostras de água e areia no litoral do Paraná.....	21
TABELA 4 -	Proposta de limite de tolerância da qualidade microbiológica de areia para recreação de contato primário, nas praias do Estado do Paraná.....	40
TABELA 5 -	Coeficientes de correlação de 1 <sup>o</sup> grau (Pearson) entre os parâmetros microbiológicos Coliformes totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (EC) e Enterococos (ENT) nos ambientes: água, areia úmida e areia seca do litoral do Estado do Paraná (2004/2005).....	64

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Pontos de coleta de água, areias seca e úmida das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba. Fonte: IAP, 2004.....	21
FIGURA 2 -	Coleta de amostra de areia seca, praia de Guaratuba - PR, 2004.....	23
FIGURA 3 -	Esquema da reação do X-GAL com uso do substrato cromogênico para determinação de Coliformes totais.....	26
FIGURA 4 a -	Esquema da reação do MUG com uso dos substratos cromogênico e fluorogênico para determinação de <i>Escherichia coli</i> .....	27
FIGURA 4 b -	Avaliação visual de <i>Escherichia coli</i> através da reação do MUG com fluorescência.....	27
FIGURA 5 -	Avaliação visual da identificação de <i>Escherichia coli</i> mediante a formação do anel pela reação do indol.....	28
FIGURA 6 -	Esquema da reação do X-GLU com uso do substrato cromogênico para identificação de Enterococos.....	28
FIGURA 7 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na água do mar, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	31
FIGURA 8 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na água das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	31
FIGURA 9 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na água do mar, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	32
FIGURA 10 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na água das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	32
FIGURA 11 -	Densidade de Enterococos (ENT) na água do mar, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	33

FIGURA 12 -	Densidade de Enterococos (ENT) na água das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	34
FIGURA 13 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na água do mar, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	35
FIGURA 14 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na água do mar, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	35
FIGURA 15 -	Densidade de Enterococos (ENT) na água do mar, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	36
FIGURA 16 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na água do mar, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	37
FIGURA 17 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na água do mar, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	38
FIGURA 18 -	Densidade de Enterococos (ENT) na água do mar, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	38
FIGURA 19 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	41
FIGURA 20 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida das praias de Matinhos (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão de 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	41
FIGURA 21 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia úmida, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	42
FIGURA 22 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia úmida das praias de Matinhos (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão de 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	43
FIGURA 23 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	43

FIGURA 24 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida das praias de Matinhos (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão de 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	44
FIGURA 25 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	45
FIGURA 26 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia úmida, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	46
FIGURA 27 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	47
FIGURA 28 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	47
FIGURA 29 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia úmida, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	48
FIGURA 30 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	49
FIGURA 31 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	50
FIGURA 32 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca das praias de Matinhos (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 E GA10), verão de 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	51
FIGURA 33 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia seca, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	52
FIGURA 34 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia seca das praias de Matinhos (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão de 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	52
FIGURA 35 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca, praia de Matinhos - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	53

FIGURA 36 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca das praias de Matinhos (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão de 2004/2005. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	54
FIGURA 37 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	55
FIGURA 38 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia seca, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	56
FIGURA 39 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca, praia de Caiobá - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	57
FIGURA 40 -	Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	58
FIGURA 41 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (EC) na areia seca, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	59
FIGURA 42 -	Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca, praia de Guaratuba - PR. Dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	60

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 -	Limites máximos de colimetria a serem utilizados na classificação da areia para recreações de contato primário, de acordo com a RESOLUÇÃO 81 de 28 de dezembro de 2000.....	73
ANEXO 2 -	Limites propostos para qualidade microbiológica de areia (Portugal).....	73
ANEXO 3 -	TABELA 9221IV. Índice de NMP e limite de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos quando utilizados cinco tubos por diluição (10 mL, 1 mL e 0,1 mL) (APHA, 1998).....	74
ANEXO 4 -	Caldo Fluorocult LMX - Merck ref. 1.106620.....	75
ANEXO 5 -	Caldo Chromocult - Merck ref. 1.10294.....	76
ANEXO 6 -	Água fosfatada.....	76
ANEXO 7 -	Densidade de Coliformes totais (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	77
ANEXO 8 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	78
ANEXO 9 -	Densidade de Enterococos (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná (2004/2005), dados originais.....	79
ANEXO 10 -	Densidade de Coliformes totais (NMP/100 ml) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	80
ANEXO 11 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	81
ANEXO 12 -	Densidade de Enterococos (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná (2004/2005), dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	82
ANEXO 13 -	Densidade de Coliformes totais (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	83
ANEXO 14 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	84

ANEXO 15 -	Densidade de Enterococos (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	85
ANEXO 16 -	Densidade de Coliformes totais (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	86
ANEXO 17 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	87
ANEXO 18 -	Densidade de Enterococos (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	88
ANEXO 19 -	Densidade de Coliformes totais (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	89
ANEXO 20 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	90
ANEXO 21 -	Densidade de Enterococos (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.....	91
ANEXO 22 -	Densidade de Coliformes totais (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	92
ANEXO 23 -	Densidade de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	93
ANEXO 24 -	Densidade de Enterococos (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em $\sqrt{x} + 1$ .....	94
ANEXO 25 -	Valores mensais de umidade na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	95
ANEXO 26 -	Valores mensais de umidade na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	96
ANEXO 27 -	Análise granulométrica das amostras de areia úmida de alguns pontos das praias do litoral do Paraná.....	97
ANEXO 28 -	Análise granulométrica das amostras de areia seca de alguns pontos das praias do litoral do Paraná.....	97

ANEXO 29 -	Valores mensais e média de pH (CaCl <sub>2</sub> ) na areia úmida do litoral do Paraná, 2004/2005.....	98
ANEXO 30 -	Valores mensais de carbono (C) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005 .....	98
ANEXO 31 -	Valores mensais de fósforo (P) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	99
ANEXO 32 -	Valores mensais de sódio (Na) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	99
ANEXO 33 -	Valores mensais da capacidade de troca de cátions (CTC) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	100
ANEXO 34 -	Valores mensais de potássio (K) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	100
ANEXO 35 -	Valores mensais de cálcio (Ca) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	101
ANEXO 36 -	Valores mensais de magnésio (Mg) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	101
ANEXO 37 -	Valores mensais de percentagem de saturação de bases (V%) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	102
ANEXO 38 -	Valores mensais de acidez potencial (H+Al) na areia úmida do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005 .....	102
ANEXO 39 -	Valores mensais de pH (CaCl <sub>2</sub> ) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	103
ANEXO 40 -	Valores mensais de carbono (C) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	103
ANEXO 41 -	Valores mensais de fósforo (P) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	104
ANEXO 42 -	Valores mensais de sódio (Na) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	104
ANEXO 43 -	Valores mensais da capacidade de troca catiônica (CTC) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	105
ANEXO 44 -	Valores mensais de potássio (K) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	105

ANEXO 45 -	Valores mensais de cálcio (Ca) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	106
ANEXO 46 -	Valores mensais de magnésio (Mg) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	106
ANEXO 47 -	Valores mensais de percentagem de saturação de bases (V%) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	107
ANEXO 48 -	Valores mensais de acidez potencial (H+Al) na areia seca do litoral do Estado do Paraná, 2004/2005.....	107
ANEXO 49 -	Coefficientes de correlação de 1 <sup>o</sup> grau (Pearson) entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos na areia úmida do litoral Estado do Paraná (2004/2005).....	108
ANEXO 50 -	Coefficientes de correlação de 1 <sup>o</sup> grau (Pearson) entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos na areia seca do litoral Estado do Paraná (2004/2005).....	108

# ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS ÁGUAS DO MAR E AREIAS DAS PRAIAS DE MATINHOS, CAIOBÁ E GUARATUBA-PR

## RESUMO

A contaminação microbiológica das águas das praias e das areias é uma realidade mundial, o que representa um potencial de transmissão de doenças, principalmente de pele, para crianças e idosos. No período de Fev/04 a Jan/05, mensalmente foi realizado o monitoramento das águas e das areias úmida e seca das praias de Matinhos (pontos MS1, MS2, MS5 E MS9), Caiobá (pontos CA1 E CA2) e Guaratuba (pontos GA4, GA6 E GA10). Os objetivos da pesquisa foram verificar as condições sanitárias das águas do mar e areias destinadas à recreação de contato direto, e avaliar o comportamento dos indicadores microbiológicos recomendados pela RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, como também contribuir com os órgãos ambientais para um futuro Padrão Nacional de qualidade das areias das praias. Foram avaliados os parâmetros: Coliformes totais (CT), *Escherichia coli* (EC) e Enterococos (ENT). A densidade de CT, EC e ENT (este último a partir da 6ª coleta), tanto nas águas como nas areias (úmida e seca), foi determinada pela técnica de tubos múltiplos, sistema enzimático substrato cromogênico X-GAL (5-Bromo-6- cloro-3 indolil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo), substrato fluorogênico MUG (4-metil umbeliferil- $\beta$ -D-glicuronídeo) e substrato cromogênico X-GLU (5-Bromo-4-cloro-3 indolil- $\beta$ -D-glicopiranosídeo) e com estimativa pelo número mais provável (NMP). Utilizou-se o meio de cultura caldo Fluorocult LMX para determinação de CT e EC e as reações X-GAL para identificação de CT e MUG para EC. Já para ENT utilizou-se o meio de cultura caldo Chromocult e a reação X-GLU. Os dados foram associados através de correlações de 1º grau. Os parâmetros das águas foram comparados com as RESOLUÇÕES CONAMA 20/86 e 274/00. Os dados obtidos para areias úmida e seca, devido a ausência de legislação, foram comparados com o dobro dos índices dos parâmetros para água destas RESOLUÇÕES. As condições sanitárias das águas e areias das praias são influenciadas pela estação do ano, com maior comprometimento no verão. A areia seca apresentou contaminação superior a areia úmida. A contaminação da areia seca não ocorre exclusivamente pela água do mar, demonstrando o fenômeno da bioacumulação de bactérias neste ambiente. O parâmetro Enterococos (NMP/100 mL) de água ou (NMP/100 g) de areia mostrou-se como o mais restritivo dos indicadores. Com os dados obtidos é possível fazer uma proposta preliminar aos órgãos ambientais para avaliação das condições microbiológicas das areias das praias do Paraná.

Palavras-chave: água do mar, areia, praia, Coliformes totais, *Escherichia coli*, Enterococos.

# MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF THE SANITARY QUALITY OF WATERS AND SANDS OF BEACHES OF MATINHOS, CAIOBÁ AND GUARATUBA-PR

## ABSTRACT

Microbiological contamination of sea waters and beach sands is a world-wide reality, which can be potentially related to skin diseases, both in childrens and grownups. This study presents results of a monitoring programme carried out from February 2004 to January 2005. Samples of sea waters and both humid and dry sand were collected monthly from the beaches Matinhos, Caiobá and Guaratuba, nine collection points in total. The main goals of this research was to verify the sanitary conditions of sea waters and sand in the coast of Paraná State, utilising the beaches of Matinhos, Caiobá and Guaratuba as a case study, as well as evaluated the behaviour of microbiological indicators recommended by the National Council for the Environment (CONAMA), through the act "RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/00". It was also aimed to contribute with other state environmental agencies around the country tio the establishment of a national standard for the quality of beach sand. The parameters evaluated were total coliform microorganisms (TC), *E. coli* (EC) and enterococci (ENT). TC, EC and ENT densities were determined through multiple-tube fermentation test, enzymatic cromogênico substratum X-GAL (5-Bromo-6-indolil-  $\beta$ -D-galactopiranosideo chlorine-3), fluorogenic substratum MUG (4-metil umbeliferil-  $\beta$ -D-glicuronídeo) and chromogenic substratum X-GLU (indolil-  $\beta$ -D-glicopiranosídeo 5-Bromine-4-chlorine-3), and also through the most probable number (MPN) of organisms present. From the sixth sampling campaign for the determination of TC, EC and ENT both in water and sand, the multiple-tube fermentation test, enzymatic cromogênico substratum X\_GAL were used. Fluorocult LMX broth was used for the determination of TC and EC, and the reactions X-GAL and MUG for identification of the TC and EC, respectively. Chromocult broth was used for the determination of ENT, and its identification was carried out through the reaction X-GLU. Data were correlated through of 1° degree Pearson. The results produced by this research were compared to the standards established by two CONAMA acts, "Resoluções" 20/86 and 274/00, and proved that the contamination observed in dry sand was higher than in humid sand. As a result of the observations made possible by this research, it is worth mentioning that the sea water is not the only mean of contaminating dry sand, it can be pointed out that bacteria colonies magnify by other means such as. Amongst all microbiological indicators used in this research, enterococci proved to be the most restrictive of them. Finally, the results produced by this research will make possible to write a daft document to be presented to the environmental agency in order to establish safe microbiological standards of sanitary quality of beach sand in the coast of Paraná State. Contamination of the dry sand exclusively does not occur for the water of the sea, demonstrating the phenomenon of the bioaccumulation of bacteria in this environment.

Key-words: sea water, sand, beach, coliform, *Escherichia coli*, enterococci.

## 1. INTRODUÇÃO

Foi com a descoberta de agentes etiológicos das doenças infecciosas e da sua eliminação juntamente com as fezes dos indivíduos doentes ou portadores, como a do *Vibrio cholerae* em 1854, da *Entamoeba histolytica* em 1875, da *Salmonella typhi* em 1886, da *Salmonella enteritidis* em 1888 da *Shigella dysenteriae* em 1898 que se passou a reconhecer a importância das águas receptoras de esgotos domésticos, como possíveis veículos de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias (REINHART, 1980).

Assim, as areias das praias podem se contaminar pelas águas do mar as quais recebem esgotos domésticos que introduzem bactérias e vírus patogênicos e parasitas. Sendo acidentalmente ingeridas as areias ou águas, tem a possibilidade de transmitir aos banhistas agentes causadores de doenças infecciosas, como a cólera, a gastroenterite, as febres tifóides e paratífóides, a poliomielite e a hepatite infecciosa. Por outro lado, tais contaminações podem atingir alimentos de origem marinha, como peixes, ostras e crustáceos que, se ingeridos, podem também originar doenças infecciosas, como as citadas anteriormente (AMBIENTEBRASIL, 2005).

Nos últimos anos tem havido uma preocupação com a contaminação das areias das praias, devido ao crescente descarte inadequado de lixo, dejetos de animais trazidos pelas águas de chuvas, que carregam poluição à areia e também às marés, que podem transportar microrganismos e parasitas patogênicos; colocando em risco a saúde da população. Esta preocupação é evidente quando a RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, que classifica as praias para fins de balneabilidade, em seu artigo 8º recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futura padronização.

Os Estados de São Paulo através da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (1998) e do Rio de Janeiro, através da SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (2000), já realizam a avaliação das areias das praias. Para este último, providências, como o revolvimento mecânico da areia, foram tomadas com excelentes resultados finais na qualidade sanitária, bem como a publicação da RESOLUÇÃO 81/2000 (ANEXO 1), onde estão estabelecidos

os limites máximos de colimetria, a serem utilizados na classificação de areias, para recreações de contato primário.

Como as areias das praias podem representar risco para a saúde da população que dela se utiliza nas áreas destinadas a balneabilidade, para fins de recreação, se faz necessário o levantamento das condições sanitárias uma vez que não se realizou até esta data no Estado do Paraná.

Sabe-se que o número de indivíduos envolvidos com os problemas oriundos da poluição e ou contaminação das areias e águas do mar, aumenta consideravelmente nos fins de semana, nos feriados e nas temporadas de férias escolares. Isto decorre do fato de dezenas de milhares de pessoas do planalto, nessas épocas, buscarem regiões litorâneas ou praias, originando uma população flutuante cada vez maior nesses locais.

Em 1998 a CETESB realizou um estudo epidemiológico das praias do Estado de São Paulo, e o principal objetivo foi correlacionar a incidência de doenças gastrintestinais em banhistas e os índices de contaminação fecal das praias. O estudo mostrou também que nas praias mais poluídas, somente o contato com a areia já constitui fator de risco para a manifestação de sintoma de diarreia bem como ocorrência de náuseas e vômitos. A partir desse estudo foi possível concluir que: o grupo dos banhistas que apresentou maior incidência de sintomas em relação aos indivíduos que não entraram na água, e esta foi crescente quanto maior o grau de exposição; as crianças com idade inferior a sete anos formam o grupo etário que apresentou maior número de banhistas com sintomas; as praias que permaneceram a maior parte do tempo, classificadas como impróprias, apresentaram maior número de banhistas com sintomas e as primeiras semanas de janeiro, foi o período no qual se observou maior incidência de sintomas de banhistas.

Do relato, conclui-se que as areias bem como as águas marinhas podem representar risco para a saúde das pessoas que delas se utilizam para fins de recreação e balneabilidade, mostrando a necessidade da realização de levantamentos sistemáticos e periódicos para verificação das condições sanitárias das areias, tão em falta no Estado do Paraná.

## **OBJETIVOS**

Tendo em vista a importância epidemiológica das areias das praias destinadas à recreação de contato direto, na veiculação de agentes etiológicos responsáveis por muitas doenças, a inexistência de um levantamento das areias das praias do Estado do Paraná com relação às condições sanitárias, realizou-se a pesquisa com o objetivo de: a) verificar as condições sanitárias das águas do mar e areias destinadas à recreação de contato direto; b) avaliar o comportamento dos indicadores microbiológicos em relação aos recomendados pela RESOLUÇÃO do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 274/00 e c) contribuir para a geração de informações com os órgãos ambientais para um futuro Padrão Nacional de qualidade areias das praias.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BACTÉRIAS UTILIZADAS

Para avaliação das condições sanitárias de uma água, utilizam-se bactérias do grupo Coliforme que atuam como indicadores de poluição fecal, pois estão presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sejam eles sadios ou não, sendo eliminados em grande número pelas fezes. De acordo com APHA (1988) esse número pode atingir cerca de  $3 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$ . A presença de coliformes na água indica poluição com risco potencial de presença de organismos patogênicos, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal (APHA, 1998).

Historicamente, tem sido utilizado o grupo Coliforme fecal como indicador para avaliação microbiológica da qualidade recreacional de águas. Recentes estudos têm demonstrado forte correlação entre *E. coli* e enterococo associada a gastroenterites de nadadores. Muitos países já utilizam o grupo do enterococo como indicador padrão para qualidade de águas recreacionais. Para águas marinhas foi observada uma melhor correlação da densidade de enterococos com a ocorrência de gastroenterites (CETESB, 2004).

Coliformes fecais: bactérias do grupo Coliforme que fermentam a lactose com produção de ácido e gás dentro de 24 h a  $44,5 \pm 0,5^\circ \text{C}$ . O principal componente desse subgrupo é a *Escherichia coli* (RESOLUÇÃO CONAMA 274/00).

*Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, é caracterizada pela presença das enzimas B-galactosidase e B-glicuronidase. Cresce em meio complexo a  $44-45^\circ \text{C}$ , fermenta a lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *E. coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (RESOLUÇÃO CONAMA 274/00).

Enterococos: bactérias do grupo dos Estreptococos fecais, pertencente ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado Estreptococos do grupo D) o qual se caracteriza 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 e nas

temperaturas de 10° e 45° C. A maioria das espécies de Enterococos é de origem fecal humana, embora possam ser isoladas de fezes de animais (RESOLUÇÃO CONAMA 274/00).

## 2.2 INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

O risco de exposição a patógenos em águas recreacionais tem sido muito bem descrito em literaturas (WHO, 1998) e essas informações têm sido utilizadas para o risco diretriz. Contudo, é muito difícil detectar patógenos, especialmente vírus e protozoários patógenos, em amostras de águas provenientes de praias. Métodos de detecção e identificação de vírus infectantes e parasitas são ambos muito difíceis de padronizar ou não existem por completo. Bactérias patogênicas podem ser detectadas, mas sua alta exigência nutricional e suscetibilidade ao stress ambiental dificultam muito seu isolamento.

A presença de microrganismo indicador é sinal potencial da presença de microrganismo que causa doenças gastrintestinais e tem sido utilizado com sucesso ao longo do tempo. As bactérias indicadoras de contaminações fecais mais utilizadas atualmente são: Coliformes termotolerantes, *E. coli* e Enterococo ou Streptococo fecal. Contudo, existem muitos questionamentos concernentes à efetividade do modo e como a qualidade da água é medida e monitorada, e o número de fatores físicos e ambientais que influenciam vantagens na utilização da bactéria fecal como indicadora (WHO, 1999).

Índices de organismo fecal e microrganismos não patogênicos são utilizados para indicar o grau de contaminação fecal, pois geralmente estão presentes em maior número que os microrganismos patogênicos e são fáceis de isolar, identificar e enumerar. Organismos incluem coliformes (totais, termotolerantes e *E. coli*), enterococo intestinal, bacteriófago e clostrídio (WHO, 2003).

### 2.3 A ÁGUA NA TRANSMISSÃO DE DOENÇAS

A água constitui um dos elementos fundamentais para a existência do homem. Suas funções no abastecimento público, industrial e agropecuário, na preservação da vida aquática, na recreação e no transporte demonstram essa importância vital.

Embora a água cubra aproximadamente três quartos da superfície da Terra, 97,4% é salgada, encontrando-se nos oceanos e 1,8% está congelada, localizando-se nas regiões polares. A água doce, disponível para a população, representa apenas 0,8% e, mesmo assim, não se conhece bem qual é a fração que está contaminada. Esta contaminação, que vem ocorrendo ao longo dos anos, é causada pelo desenvolvimento industrial, pelo crescimento demográfico e pela ocupação do solo de forma intensa e acelerada. Isto vem provocando o comprometimento dos recursos hídricos disponíveis para consumo humano, recreação e múltiplas atividades, aumentando consideravelmente o risco de doenças na transmissão e origem (CETESB, 2004).

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. Sabe-se também que, a cada ano, 15 milhões de crianças de 0 a 5 anos morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de águas e esgotos.

Somente 30% da população mundial têm garantia de água tratada, sendo que os 70% restantes dependem de poços e outras fontes de abastecimento passíveis de contaminação. Uma série de doenças pode ser associada à água, seja em decorrência de sua contaminação por excreções humanas ou de outros animais ou pela presença de substâncias químicas nocivas à saúde humana (CETESB, 2004).

Doenças de transmissão hídrica são aquelas em que a água atua como veículo do agente infeccioso. Os microrganismos patogênicos atingem a água através das excreções de pessoas ou animais infectados, causando problemas principalmente no aparelho intestinal do homem. Essas doenças podem ser causadas por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos (vermes), conforme TABELA 1.

TABELA 1 - Doenças transmitidas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos (CETESB, 2004).

Microorganismos	Doenças
Bactérias	Febre tifóide Salmoneloses Shigelose (disenteria bacilar) Gastrenterites Cólera
Vírus	Gastrenterites virais Hepatite A e E Doenças respiratórias conjuntivites
Protozoários	Amebíase Giardíase Criptosporidiose
Helmintos (Vermes)	Verminoses Esquistossomose

#### 2.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS PRAIAS

Desde janeiro de 2001 a avaliação da qualidade das águas das praias está sendo realizada segundo critérios estabelecidos na RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/00, aprovada em novembro de 2000. Esta nova RESOLUÇÃO introduziu outros indicadores de contaminação fecal – as bactérias *Escherichia coli* e Enterococos – mas manteve as quatro categorias diferenciadas para classificação das praias, de acordo com as densidades de Coliformes totais ou fecais resultantes de análises feitas em cinco semanas consecutivas.

Assim, 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”, indicando o comprometimento na qualidade sanitária das águas, com conseqüente risco de contaminação do banhista e tornando desaconselhável a sua utilização para o banho.

Mesmo apresentando baixas densidades de Coliformes fecais, uma praia pode ser classificada na categoria Imprópria quando ocorrerem circunstâncias como a presença de óleo provocada por derramamento acidental de petróleo; ocorrência de maré vermelha ou floração de algas tóxicas; constatação de transmissão de doenças de veiculação hídrica ou outra que desaconselhe o contato primário.

A principal alteração nessa nova RESOLUÇÃO, refere-se à inclusão de novos indicadores de poluição fecal e o estabelecimento de um limite máximo para a última amostragem, cujos valores são mostrados na TABELA 2.

## 2.5 BALNEABILIDADE NO VERÃO

O monitoramento das praias em geral é realizado nos meses de verão, quando ocorre grande frequência de banhistas, época do ano onde se registra aumento da população flutuante. Este acréscimo na frequência de banhistas na região sul do Brasil ocorre nos meses de novembro a março, que são os meses nos quais se realiza o monitoramento da balneabilidade das praias através do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Diferente da região norte e nordeste onde há verão o ano todo e o monitoramento para fins de balneabilidade é permanente.

A balneabilidade é a medida das condições sanitárias das águas destinadas à recreação de contato primário e é realizada conforme RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, possibilitando assim que os órgãos ambientais realizem a classificação das praias a partir de resultados de análises microbiológicas de cinco semanas consecutivas. Após a classificação, as praias são sinalizadas e os resultados divulgados de acordo com o determinado pelo órgão ambiental de cada Estado. O melhor indicador a utilizar fica a critério de cada órgão, podendo ser: Coliforme fecal ou termotolerante, *E. coli* ou Enterococo. Atualmente os Estados que realizam monitoramento são: Região Sul: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; Região Sudeste: São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo; Região Nordeste: Alagoas, Pernambuco e Rio Grande do Norte e Região Norte: Amapá (<http://www.ambientebrasil.com.br> 15/03/2005).

TABELA 2 - Níveis dos indicadores utilizados para classificação da categoria da água das praias (RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/00)

Categoria		Coliformes fecais (NMP*/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	Enterococos (NMP/100 mL)
Própria	Excelente	< 250 em 80% das amostras	< 200 em 80% das amostras	< 25 em 80% das amostras
	Boa	< 500 em 80% das amostras	< 400 em 80% das amostras	< 50 em 80% das amostras
	Satisfatória	< 1000 em 80% das amostras	< 800 em 80% das amostras	< 100 em 80% das amostras
Imprópria		> 1000 em mais de 20% das amostras	> 800 em mais de 20% das amostras	> 100 em mais de 20% das amostras
		> 2500 na última amostra	>2000 na última amostra	> 400 na última amostra

\*NMP= número mais provável

Desde a década de 70 o Instituto Ambiental do Paraná - IAP (antes Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SUREHMA) realiza o monitoramento das praias paranaenses na temporada de verão. Os pontos de amostragens são distribuídos em todos os municípios do litoral compreendidos entre Antonina, Morretes, Pontal do PR, Paranaguá, Matinhos e Guaratuba. Atualmente o IAP realiza amostragens semanais e utiliza o indicador *E. coli* para sua classificação. Sinaliza os pontos próprios bem como os impróprios por meio de placas e divulga os resultados através de boletins semanais que são distribuídos diretamente à população que se beneficia do litoral. Também é possível obter informações das condições das praias acessando o site: <http://www.pr.gov.br/iap>.

## 2.6 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA QUALIDADE DAS AREIAS DAS PRAIAS

Bactérias, fungos, parasitas e vírus têm sido isolados de areia de praias. Muitos deles são patógenos potenciais. Fatores que promovem a sobrevivência e a dispersão desses patógenos incluem a natureza da praia, fenômeno de marés, presença de esgoto sanitário, a época da temporada com aumento do número de banhistas e a presença de animais. Transmissões desses organismos podem ocorrer por contato direto de pessoa a pessoa ou por outros meios, contudo nenhum percurso de transmissão tem sido demonstrado positivamente.

Preocupação tem sido expressa, pela comunidade científica e órgãos ambientais, com a areia de praia, porque esta pode se tornar um material de reservatório para vetores de infecção. Contudo, a capacidade dos microrganismos que tem sido isolados de areia de praia em infectar banhistas e usuários de praias, permanece não demonstrada, e a real extensão da ameaça à saúde pública não é conhecida. Por esta razão não há evidência de suporte para estabelecer um manual de valores para índices de organismos ou microrganismos patogênicos em areia de praia.

O principal risco microbiológico para a saúde humana encontrado sobre areias de praias e áreas similares, resulta do contato com excretas animais, particularmente de cachorro (WHO, 2003).

## 2.7 CONDIÇÕES SANITÁRIAS DAS AREIAS DAS PRAIAS

O controle da balneabilidade enfoca principalmente a qualidade microbiológica das águas, entretanto nos últimos anos têm aumentado a preocupação com a contaminação das areias das praias, devido ao crescente descarte inadequado de lixo, dejetos de animais e a poluição trazida pela água das chuvas. Todas essas fontes, além das marés, disseminam microrganismos patogênicos na areia, colocando em risco a saúde da população.

De acordo com a CETESB (2004), não existe legislação nacional referente a padrões de contaminação em areias, nem no Brasil, nem em outros países, embora seja crescente a preocupação com a qualidade sanitária das areias das praias, tanto por parte da população quanto pelos órgãos ligados à saúde humana e ambiental.

A CETESB realizou dois estudos para avaliar as condições sanitárias das areias das praias do litoral paulista, em 1984/85 e em 1998. Neste último foram coletadas amostras de areia na região seca e úmida da praia, e de forma simultânea foram feitas coletas de água do mar. As conclusões do estudo foram que na areia seca há uma maior contaminação por Coliformes fecais e Estreptococos fecais, do que na areia úmida; também foi observada uma baixa correlação entre os valores destas bactérias na água do mar e nos dois tipos de areia estudados (sendo esta relação um pouco maior com a areia úmida). Além disso, o trabalho constatou que a principal fonte de contaminação da areia das praias são os cursos d'água e a contaminação da areia úmida foi atenuada pela "lavagem" da água do mar. E ainda, a contaminação das areias é maior nos meses de verão, o que indica que o grande aumento da população flutuante registrada nesta época do ano e, conseqüentemente, a grande freqüência de banhistas nas praias, também influencia de modo direto a contaminação observada na areia.

Estudo realizado com 342 amostras de água e areia em 19 meses entre 1984 e 1985 nas praias de São Paulo, onde foram analisados: Coliformes totais e fecais, Estreptococo fecal, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Candida albicans*, fungos, ovos de helmintos e cistos de protozoários, reforça a necessidade da análise microbiológica e parasitológica para melhor caracterizar a qualidade das areias das praias (SANCHEZ et al., 1986).

Entre os meses de maio 1999 a janeiro de 2000, trinta amostras de areia seca e areia úmida foram coletadas nas praias do litoral de Fortaleza e submetidas à análise microbiológica para *E. coli*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella* e análise da levedura *Cândida albicans*. Os resultados demonstraram maior contaminação na areia seca para *E. coli* (VIEIRA et al., 2001). As bactérias *E. coli* e enterococo pesquisadas, no trabalho dos autores anteriormente citados, não fazem parte da flora normal da água nem tampouco das areias das praias. A presença das mesmas indica contaminação fecal recente, por fazerem parte do habitat normal do intestino de humanos e animais de sangue quente. Estas bactérias são carregadas através de córregos, canais de drenagens, águas pluviais os quais recebem esgoto doméstico, lixo e outros detritos. Águas de lastro de navios também contribuem para aumentar a contaminação das águas e areias do litoral, não só dessas espécies de bactérias, bem como uma variedade de outras inclusive patogênicas.

De maio 1994 a outubro 1995 foi realizada a avaliação da qualidade sanitária das areias das praias do arquipélago de Açores em Portugal. Nas amostras foram analisados Coliformes total e fecal, Enterococo fecal, *Clostridium*, *Pseudomonas aeruginosa* e fungos. Os resultados foram avaliados de acordo com a “proposta do guia para qualidade microbiológica de areias” elaborada por MENDES et al. 1993 (ANEXO 2). Os resultados indicaram que o Enterococo fecal foi melhor indicador que os Coliformes total e fecal (MENDES et al., 1997).

KROGH e ROBINSON (1996) realizaram um estudo para investigar a variação ambiental auxiliando na explicação da variação dos níveis de Coliformes fecais e Estreptococos fecais em 13 praias de Sydney – Austrália, através do Programa de Monitoramento Ambiental. Estes autores concluíram que dos fatores: chuva, horas de sol, velocidade e direção do vento, velocidade e direção de corrente oceânica, a chuva foi o fator que mais influenciou nos níveis de Coliformes fecais e Estreptococos fecais.

No período de julho a setembro de 2001, amostras de água e areias das praias ao longo da costa Americana de “Great Lakes” foram coletadas para pesquisa de Enterococo e *E. coli*. As bactérias indicadoras de contaminação fecal, *E. coli* e enterococo, foram encontradas em abundância nas zonas de lavagem entre areias e águas recreacionais de seis praias. Existiu maior acumulação de enterococo na areia comparado ao *E. coli* (ALM et al., 2003).

Para o monitoramento da qualidade microbiológica das areias das praias é suficiente a análise da areia seca. A água já fornece informação que pode dispensar a análise da areia úmida, pois foi demonstrada uma correlação significativa entre as duas variáveis. Da mesma forma também foi encontrada uma correlação significativa entre a areia seca e a areia úmida. Esta última apresenta em média valores de contagem de microrganismos mais baixos que a areia seca e a água (ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA, 2002)

Na praia de Lago Winnipeg-Manitoba – Canadá (WILLIAMSON et al., 2004) pesquisaram o mecanismo de transferência da bactéria *Escherichia coli* e concluíram que a densidade elevada da mesma estava presente na água superficial próximo à areia, e que esta população de bactéria é transferida periodicamente para a água de banho induzida pelo vento e que, além disso, é maior a contribuição da *E. coli* de origem animal do que humana.

## 2.8 SOBREVIVÊNCIA DAS BACTÉRIAS

A sobrevivência de bactérias no solo ou na areia é afetada por uma série de fatores entre eles: umidade, pH, temperatura, matéria orgânica, capacidade de retenção de água, mineralogia, luz solar e microrganismos do solo. Tendo em vista os vários fatores que afetam a sobrevivência das bactérias no solo, é compreensível que os valores reportados na literatura tenham uma grande variação. De acordo com o EPA (1985) as bactérias apresentam um tempo máximo de sobrevivência absoluto de um ano e um máximo comum de dois meses.

ESTRADA et al. (2004) realizaram um estudo para verificar a sobrevivência de Enterobactérias, Coliforme fecal e *E. coli* em solos utilizando três tipos diferentes de esgoto, dois provenientes de esgoto com digestão aeróbia e um com digestão anaeróbia. Os autores observaram que após 80 dias de condução do experimento a população de Coliforme fecal e *E. coli* decresceu consideravelmente ou não foi detectada.

Porém, deve-se ressaltar que os intervalos de tempo de sobrevivência das bactérias no solo são normalmente provenientes de pesquisas com solos em clima temperado e que por outro lado, praticamente não existem informações sobre sobrevivência de bactérias em clima tropical, como é o caso dos solos brasileiros.

A umidade é um dos fatores mais determinante na sobrevivência de bactérias no solo, regulando a atividade de várias maneiras: como componente do protoplasma celular, sendo por isso indispensável; modificando as trocas gasosas e dissolvendo e transportando diferentes nutrientes (ALEXANDER, 1977).

Solos úmidos e períodos de grande precipitação aumentam o tempo de sobrevivência das bactérias, o que tem sido demonstrado para *E. coli*, *Salmonella typhi* e *Mycobacterium avium* (GERBA et al., 1975).

Similarmente, a capacidade de retenção de água influencia o tempo de sobrevivência das bactérias no solo, pois em solos arenosos a taxa de sobrevivência é menor do que naqueles capazes de reter mais umidade.

A chuva tem efeito significativo na densidade do indicador em águas recreacionais. Densidades de indicadores em águas recreacionais podem ter seu nível aumentado devido a excretas animais que são carreados pelo solo (WHO, 1999).

A temperatura do solo ou da areia é função da relação entre a quantidade de energia calorífica absorvida e perdida, sendo que o primeiro fator depende da cobertura vegetal, tipo de solo, teor de matéria orgânica, umidade, etc. (TSAI et al., 1992).

De acordo com COLLS et al. (2001) o período de sobrevivência das bactérias é maior em baixas temperaturas, como é o caso do inverno. A baixa temperatura de incubação e alta umidade do solo auxiliam na sobrevivência da *E. coli* e da *Enterococcus* sp.

A capacidade de um organismo se desenvolver em baixas temperaturas está relacionada às estruturas celulares. Para se desenvolver em baixas temperaturas é necessário que ocorra um aumento do teor de ácidos graxos nos lipídeos que integram as células. Dessa forma, protege as proteínas microbianas de mudanças conformacionais na estrutura terciária (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Altas temperaturas afetam funções metabólicas, causam mudanças estruturais nas moléculas e desnaturam proteínas. Entretanto, espécies termófilas são capazes de sintetizar proteínas termoestáveis (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

SORENSEN et al., (1999) verificaram que a cepa K12 de *E. coli* persistiu sobrevivendo em areia por mais de 70 dias quando incubada a 10° C ou a 4° C e que decresceu o tempo de sobrevivência a níveis detectáveis para 20 dias quando

incubada a 25° C. Houve correlação positiva entre a quantidade de inóculo de bactérias e o conseqüente aumento do número de protozoários no solo. A explicação dos autores para diferença do tempo de sobrevivência em diferentes temperaturas, sugere que existe relação inversa entre a persistência da população de *E. coli* K12 no solo e a temperatura de incubação; podendo ser causada pela baixa utilização do carbono orgânico no solo e a inabilidade da *E. coli* em decrescer a taxa de metabolismo em altas temperaturas. Outra explicação seria que a taxa de crescimento da maioria dos protozoários predadores geralmente aumenta quando a temperatura aproxima-se de 30° C.

Extremos de acidez e alcalinidade ( $6,0 < \text{pH} < 8,0$ ) tendem a ser desfavoráveis para a maioria das bactérias do solo, enquanto que solos neutros geralmente auxiliam no crescimento e sobrevivência de bactérias entéricas (ESTRADA et al., 2004). Segundo ELLIS e MCCALLA (1976) os organismos patogênicos *Erysipelothrix*, *Salmonella*, *E. coli*, *S. fecalis* e *Mycobacterium* sobrevivem melhor em solos com pH entre 6,0 e 7,0 e as melhores taxas de inativação de microrganismos patogênicos são encontradas em solos ácidos. O tempo de sobrevivência é menor em solos ácidos (pH 3 a 5) do que naqueles solos neutros ou alcalinos. O pH do solo tem efeito sobre a eficácia dos nutrientes e agentes inibidores (ANDRAUS et al., 1999).

A inibição do crescimento microbiano, em valores de pH considerados desfavoráveis, resulta não só do efeito direto da elevada concentração de  $\text{H}^+$  ou  $\text{OH}^-$ , mas também da influência direta do pH na penetração nas células microbianas de compostos tóxicos (TSAI et al., 1992). O efeito do pH sobre os microrganismos pode ocorrer direto sobre o metabolismo, a permeabilidade das membranas e absorção de nutrientes, solubilização de elementos tóxicos e adsorção de substratos (SIQUEIRA e FRANCO, 1988).

O tempo de sobrevivência das bactérias no solo é menor na sua superfície, provavelmente, devido à dessecação, à temperatura alta e à incidência da radiação ultravioleta (UV). Essa radiação danifica o DNA das células expostas, produzindo ligações entre as timinas adjacentes nas cadeias de DNA, inibindo a replicação correta do mesmo, durante a reprodução celular (TORTORA et al., 2002). A radiação mais efetiva no controle dos microrganismos está na faixa de 260 nm (PELCZAR et al., 1996).

Na Estação de Pesquisa Rothera (Ilha Adelaide, Península Antártica), HUGHES (2003) observou que doses moderadas de radiação UV reduziram o número de Coliformes viáveis, depositados pelo vento, em 99,9%, quando comparado com período de baixa incidência de radiação UV. O autor constatou ainda que apenas uma hora de exposição a estresse de dissecação e à radiação UV a redução foi respectivamente, 99,8% e 99,98% dos Coliformes viáveis.

A competição e a predação com os microrganismos endêmicos do solo diminui o tempo de sobrevivência das bactérias. Os protozoários holozóicos (que ingerem células bacterianas vivas) são considerados importantes predadores de bactérias (SIQUEIRA e FRANCO, 1988). Microporos com diâmetro entre 2 a 6  $\mu\text{m}$  são micro-habitats favoráveis às bactérias, pois servem de proteção contra a predação por protozoários (HATTORI e HATTORI, 1976). Desse modo, HEIJNEN e VAN VENN (1991) demonstraram que a sobrevivência da bactéria denominada rizóbio, quando introduzida no solo, aumentava com a adição da argila bentonita devido ao aumento de microporos com diâmetro menor que 6  $\mu\text{m}$ . Bactérias entéricas aplicadas em solo estéril sobrevivem mais do que aquelas aplicadas em solo não estéril, isso se justifica pelo fato de não haver competição neste último (GERBA et al., 1975).

STOTZKY (1989) ressalta que a matéria orgânica é importante para a retenção de água, formação e estabilização dos agregados e para formação de micro-habitats, esses fatores são relevantes na sobrevivência dos microrganismos no solo. Nesse sentido DAZZO et al. (1973) ressaltam que o aumento da matéria orgânica favorece a sobrevivência de Coliformes no solo, em função da sua capacidade de retenção da umidade.

Em solos com alta densidade orgânica as condições anaeróbias podem aumentar a sobrevivência da *E. coli* (TATE, 1978).

A qualidade microbiológica da água de duas praias, Hobie e Crandom-Flórida-USA, foi monitorada utilizando-se múltiplos indicadores com o propósito de avaliar a correlação entre os microrganismos e identificar a possível fonte de contaminação. Como indicadores microbiológicos neste estudo foram selecionadas as seguintes bactérias: Enterococo, *E. coli*, Coliforme fecal, Coliforme total e *Clostridium perfringens*, os quais foram avaliados em diferentes amostras de água e areia. Com exceção do coliforme total, não houve mudança significativa na

concentração dos microrganismos entre as estações do ano (primavera e verão), já os parâmetros físico-químicos (chuvas, temperatura, pH e salinidade) variaram significativamente entre as estações monitoradas. Altas concentrações de microrganismos indicadores foram observadas em condições de maré alta, quando a área de zona de lavagem da praia estava submersa. Areias de praia fora da zona de lavagem deram resultados positivos para todos os microrganismos indicadores, sugerindo ser esta a zona de fonte dos mesmos. Finalmente as fontes de contaminação de microrganismos indicadores podem incluir: humanos, animais e possivelmente o ressurgimento por condições de sobrevivência que os microrganismos encontram no meio ambiente. O estudo indicou que a concentração de microrganismos indicadores necessariamente não se correlacionou entre si (SHIBATA et al., 2004).

GABUTTI et al. (2000) realizaram testes comparativos de sobrevivência de Coliforme fecal, *Streptococo fecal*, *Salmonella spp.* e *Staphylococcus aureus*, em água salina (35% de salinidade) e água salobra (27% de salinidade) na ausência de luz a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}$  C. O resultado demonstrou que o Coliforme fecal comprovou maior resistência à água salina com taxa de sobrevivência de 104 h e o *S. aureus* resistiu por 96 h, já os demais indicadores demonstraram limites inferiores de sobrevivência.

De acordo com MANCINI et al. (2005) o nível de contaminação microbiológica na areia da praia, geralmente, é maior do que a contaminação observada nas águas, devido ao fenômeno de bioacumulação. Esses autores observaram correlação entre os valores encontrados de *Streptococo fecal* e Coliforme fecal.

## 2.9 MÉTODOS EMPREGADOS NA DETECÇÃO DE COLIFORMES

Os métodos cromofluorogênicos são reconhecidamente superiores aos métodos fermentativos em sensibilidade e especificidade na detecção de Coliformes totais (CT) e *E. coli*, por serem baseados na hidrólise de substratos definidos por enzimas específicas das espécies (APHA, 1998). Adicionalmente, apresentam as grandes vantagens de dispensarem o emprego de temperatura elevada ( $44,5\pm 0,2^{\circ}$  C) e fornecerem leitura em 24 h, tanto para CT quanto para *E. coli*. Pesquisadores

registraram cerca de 4% de resultados falso-negativos para *E. coli* em amostras de águas naturais (CERQUEIRA et al., 1999).

Em contrapartida, as técnicas baseadas na fermentação da lactose, além de apresentarem sensibilidade e especificidade inferiores (maior ocorrência de falso-positivos e negativos), são bem mais trabalhosas: requerem duas temperaturas de incubação ( $35,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$ ) para CT e ( $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$ ) para Coliformes fecais (CF) ou Coliformes termotolerantes e sucessivas repicagens, podendo totalizar 72 h para leitura conclusiva (APHA, 1998).

A indicação de contaminação através do grupo “Coliformes fecais” tem sido amplamente questionada, uma vez que o teste de termotolerância acaba por incluir algumas espécies de origem não exclusivamente fecal, principalmente do gênero *Klebsiella*, podendo resultar em até 15% de “falso-positivos” (BASTOS, 2000).

Por sua vez, na busca de agilidade na detecção de *E. coli*, tem-se, simplificada, definido este organismo como um Coliforme termotolerante (capaz de fermentar a lactose a  $44^\circ \text{C}$ ), simultaneamente indol-positivo à mesma temperatura. Este teste simplificado não detecta, portanto, cerca de 10 % de espécies de *E. coli* lactose-negativas ou 3-5 % de indol-negativas; além disso, espécies de *Klebsiella oxytoca* podem contribuir para resultados falso-indol-positivos (BASTOS, 2000).

As técnicas revelaram certa equivalência na detecção de Coliformes totais. O mesmo poderia ser dito em relação a *E. coli*, guardada a ressalva de indícios de maior especificidade do método cromofluorogênico. Os questionamentos acerca da validade do teste da termotolerância são, aparentemente, reforçados. Em que pesem as desvantagens de maior volume de trabalho e consumo de tempo, os testes de detecção de *E. coli* mantêm aplicabilidade, o que pode revestir-se de especial importância quando fatores econômicos revelarem-se limitantes (BASTOS, 2000).

## 2.10 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ

O litoral do Estado do Paraná está compreendido entre o Oceano Atlântico e a Serra do Mar, com uma largura de aproximadamente 20 Km. No seu limite oeste acompanha a grande escarpa de falha do Complexo cristalino. Apresenta quatro

tipos de relevo: plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado (EMBRAPA, 1977). O relevo plano ocorre próximo do mar, junto às baías de Paranaguá e Guaratuba e ainda nas várzeas e rios. Nas formações litorâneas estão compreendidas as formações vegetais da faixa litorânea que ocorrem em solos arenosos e argilosos recentes, sob a influência direta ou indireta do mar, sendo, entretanto sua fisionomia determinada pelos fatores ligados a proximidade da orla marítima (EMBRAPA, 1977).

O litoral encontra-se em região que conta com área cerca de 4.600 Km<sup>2</sup>, uma população de 200.000 pessoas e possui seis pequenos municípios com menos de 20.000 habitantes (LIMA, 1988). A região contempla a maior área contínua de Floresta Pluvial Atlântica ainda preservada, integrando a Reserva da biosfera da Mata Atlântica formalizada pela UNESCO (LIMA, 1988). A distribuição da população urbana e rural é de 80% e 20%, respectivamente (LIMA, 1988). No verão, os municípios do litoral são “invadidos” por mais de 500.000 turistas, entretanto esse grande fluxo turístico não resulta em benefícios significativos para a comunidade local (LIMA, 1988).

A biodiversidade local é assegurada pela variedade do meio físico a partir de substratos litológicos constituídos tanto de areias e argilas inconsolidadas na planície costeira quanto de rochas cristalinas formadoras das encostas. O elenco de bases geológicas é composto por terrenos cristalinos de idade pré-cambriana e por coberturas de sedimentos terciários e quaternários (Ângulo<sup>1</sup>, 1988; Lessa e Ângulo<sup>2</sup>, 1986; Bessa<sup>3</sup> et al., 1987), citados por LIMA 1988.

---

<sup>1</sup> ÂNGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. São Paulo: Instituto de geociências da USP. 1988.

<sup>2</sup> LESSA, G. C.; ÂNGULO, R. J. A 3D evolutionare model of Paranaguá coastal plain. In: Congresso brasileiro de geologia, 39, 1986. Salvador. Anais... Salvador: SBG, 1986, vol. 5, pág.251-255.

<sup>3</sup> BESSA JÚNIOR, O.; SUGUIO, K.; ÂNGULO, R. J. Leques aluviais quaternários do litoral paranaense. In: Congresso da Associação brasileira de estudos do quaternário e reunião sobre o quaternário da América do Sul, 6, 1987. Curitiba, Resumos expandidos. Curitiba: ABEQA. 1987. pág. 180-184.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO E LOCAIS DE COLETA DE AMOSTRAS DE AREIA E ÁGUA DO MAR

Foram selecionados dois municípios (Guaratuba e Matinhos) considerados de alta afluência de público e por apresentar maior risco potencial à saúde dos banhistas, devido ao uso pelos mesmos em locais próximos a canais e rios que recebem esgoto sanitário contaminando-se com poluição fecal que se espalha em condições de tempo, chuvas e marés.

No município de Matinhos foram selecionadas as seguintes praias: Matinhos e Caiobá e no município de Guaratuba a praia de Guaratuba. Foram utilizados para cada praia, respectivamente, quatro, dois e três pontos de coleta, determinados previamente por Sistema Global de Posicionamento (SGP).

Os pontos de coleta (FIGURA 1) foram georeferenciados por SGP, marca Garmin, modelo Etrex, Sistema Global de Posicionamento) e que integram a rede de monitoramento de balneabilidade do IAP (site:www.iap.pr.gov.br). Coordenadas em UTM (Universal Transversa de Mercator), sendo o fuso 22° e o Meridiano Central – 51° e o Datum (WGS84).

Para a praia de Matinhos foram selecionados quatro pontos, tomando-se como referência o rio Matinhos, coletando-se amostras a 100 e 150 m à margem esquerda e 100 m à margem direita e ainda a 100 m à esquerda do Morro. Já na praia de Caiobá foram selecionados dois pontos: 200 m à margem esquerda do canal de Caiobá e 100 m à margem direita do mesmo canal.

Na praia de Guaratuba foram selecionados três pontos: Frente à Travessa Valdomiro Pedroso que se posiciona a 200 m da margem esquerda do rio Brejatuba, 50 m à margem direita do mesmo rio e 200 m a esquerda do Morro do Cristo.



FIGURA 1 - Pontos de coleta de água, areias seca e úmida das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba. Fonte: IAP, 2004.

Nas praias selecionadas para este estudo foram estabelecidos os seguintes locais de coleta de amostras de areia e água do mar com coordenadas determinadas por SGP (TABELA 3).

TABELA 3 - Georeferenciamento dos pontos de coleta de amostras de água e areia no litoral do Paraná.

continua

Praia	Local	Cod	Coordenadas SGP(m)	
			Norte	Leste
Matinhos	Esquerda do rio Matinhos (100 m)	MS-1	747,503	7.142,899
	Esquerda do rio Matinhos (150 m)	MS-9	747,525	7.142,949
	Direita do rio Matinhos (100 m)	MS-2	747,438	7.142,737
	Esquerda do Morro (100 m)	MS-5	747,487	7.142,222
Caiobá	Esquerda do canal Caiobá (200 m)	CA-2	747,035	7.140,703
	Direita do canal Caiobá (100 m)	CA-1	746,961	7.140,491

TABELA 3 - Georeferenciamento dos pontos de coleta de amostras de água e areia no litoral do Paraná.

				conclusão
	Esquerda do rio Brejatuba (200 m)	GA-4	743,732	7,134,533
Guaratuba	Direita do rio Brejatuba (50 m)	GA-10	743,822	7,134,426
	Esquerda do Morro do Cristo (200 m)	GA-6	744,033	7,134,315

### 3.2. COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS DE AREIA E ÁGUA DO MAR

No ano de 2004 nas seguintes datas foram realizadas as coletas: 1<sup>a</sup> (29/02), 2<sup>a</sup> (24/03), 3<sup>a</sup> (27/04), 4<sup>a</sup> (31/05), 5<sup>a</sup> (21/06), 6<sup>a</sup> (26/07), 7<sup>a</sup> (24/08), 8<sup>a</sup> (28/09), 9<sup>a</sup> (19/10), 10<sup>a</sup> (23/11) e 11<sup>a</sup> (14/12) e no ano de 2005 a 12<sup>a</sup> (18/01), foram realizadas coletas de amostras de água do mar, areia seca e areia úmida dos nove pontos previamente determinados.

O método de coleta de amostras de água do mar utilizado seguiu as recomendações do IAP (2004), no qual a água foi coletada contra a corrente da maré, na profundidade aproximada de 50 cm e com a imersão do frasco a 20 cm, quando então se abria cuidadosamente o frasco. Para evitar contaminações, tomou-se o cuidado de não tocar a mão na boca do frasco e na parte interna da tampa, após colhia-se três quartos de sua capacidade e fechava-se imediatamente.

As amostras de água foram coletadas em frascos de vidro neutro, com boca larga e tampa esmerilhada, com capacidade de 250 mL, convenientemente lavados e esterilizados em calor seco à temperatura de 170° C por duas horas e contendo os reativos: EDTA 15% (quelante de metais) e tiosulfato de sódio a 10% (decolorante).

As amostras de areia foram coletadas em frasco plástico autoclavável com capacidade de 500 g, devidamente esterilizados em autoclave a temperatura de 121°C por 20 minutos.

As amostras de areia foram coletadas de acordo com a recomendação da CETESB/L5.550 As amostragens de areia (seca e úmida) foram realizadas em área delimitada de 2 m<sup>2</sup> (FIGURA 2), de onde foram coletadas, com auxílio da tampa do frasco, 5 sub-amostras de cerca de 100 g, na camada superficial com profundidade aproximada de 10 cm e colocadas em frasco plástico esterilizado. As amostras de

areia seca foram coletadas em locais não atingidos pela maré, mas freqüentados pelos banhistas e, as de areia úmida, na faixa intermediária entre a areia seca e a água do mar, nos locais freqüentados pelos banhistas. Tanto as amostras de água como as de areia foram transportadas ao laboratório do IAP em caixas térmicas contendo gelo reciclável e, mantidas em câmara com temperatura inferior a 10°C, durante 24 h, até o início da análise microbiológica. Depois de realizada a análise microbiológica e a determinação da umidade (a 105° C) nos laboratórios do IAP, alíquotas restantes de areia foram encaminhadas aos laboratórios do Setor de Ciências Agrárias - Depto de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, para análises físicas e químicas.

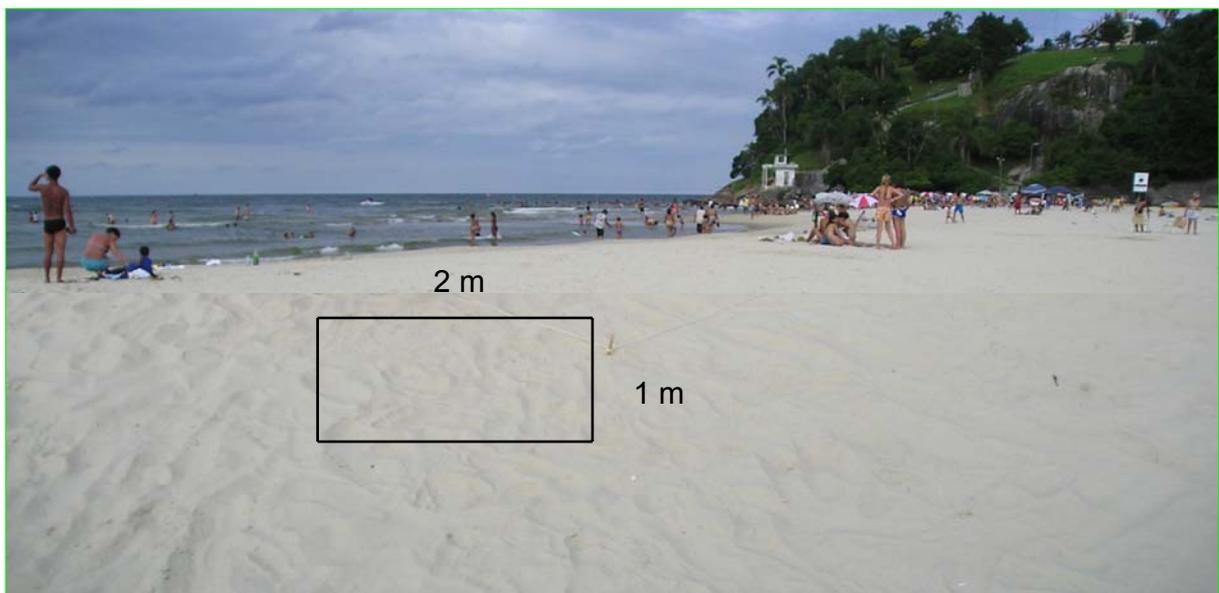


FIGURA 2. Foto demonstrando a demarcação da área para coleta de amostra de areia seca, praia de Guaratuba – PR, 2004.

### 3.3 ANÁLISES: MICROBIOLÓGICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

A densidade de Coliformes totais, *E. coli* e Enterococos (a partir da 6ª coleta), tanto na água como nas areias (úmida e seca), foi determinada, respectivamente pela técnica de tubos múltiplos, sistema enzimático substrato cromogênico X-GAL (5-Bromo-6-cloro-3 indolil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo), substrato fluorogênico MUG (4-metil umbeliferil- $\beta$ -D-glicuronídeo) e substrato cromogênico X-GLU (5-Bromo-4-cloro-

3 indolil- $\beta$ -D-glicopiranosídeo) e com estimativa pelo número mais provável (NMP), em 100 mL de amostra, com cinco repetições. Para a água foram utilizadas as seguintes diluições:  $10^0$ ,  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$  e  $10^4$  e para a areia  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$  e  $10^4$ . Utilizou-se o meio de cultura caldo Fluorocult LMX Merck, ref. 1.106620 (ANEXO 4), para determinação de Coliformes totais e *E. coli* e o meio caldo Chromocult Merck ref. 1.10294 (ANEXO 5), para Enterococos.

Para dar início às diluições a amostra de água foi homogeneizada vigorosamente, no mínimo, 25 vezes e na câmara de fluxo laminar procedia-se às diluições decimais: 10 mL da amostra era transferida para  $90\pm 2$  mL de água fosfatada esterilizada; assim 1 mL da diluição correspondia a 0,1 mL da amostras. As diluições seqüenciais consistiam em retirar 10 mL da diluição atual e transferir para  $90\pm 2$  mL de água fosfatada esterilizada e, assim sucessivamente até se obter a diluição desejada.

Para amostras de areia a diluição inicial foi obtida pesando-se 200 g de areia homogeneizada e diluindo-se em 1800 mL de água fosfatada esterilizada (ANEXO 6); 1 mL dessa diluição correspondia a 0,1 mL da amostra. As diluições subseqüentes consistiam em retirar 10 mL da diluição atual e transferir para  $90\pm 2$  mL de água fosfatada esterilizada e, assim sucessivamente até se obter a diluição desejada.

Todos os parâmetros para análise microbiológica foram analisados de acordo com as metodologias descritas em APHA (1998).

### 3.3.1 Preparo das Diluições das Amostras

A amostra de água foi homogeneizada vigorosamente no mínimo 25 vezes e com assepsia no interior da câmara de fluxo laminar vertical procediam-se as diluições decimais: 10 mL da amostra era transferida para  $90\pm 2$  mL de água fosfatada esterilizada; assim 1 mL da diluição correspondia a 0,1 mL da amostra. As diluições seqüenciais consistiam em retirar 10 mL da diluição atual e transferir para  $90\pm 2$  mL de água fosfatada esterilizada e, assim sucessivamente, até se obter a diluição desejada.

Para amostras de areia a diluição inicial foi obtida pesando-se 200 g de areia homogeneizada e diluindo-se em 1800 mL de água fosfatada esterilizada; 1mL dessa diluição já correspondia a 0,1mL da amostras. As diluições subseqüentes consistiam em retirar 10 mL da diluição atual e transferir para 90±2 mL de água fosfatada esterilizada e, assim sucessivamente até se obter a diluição desejada.

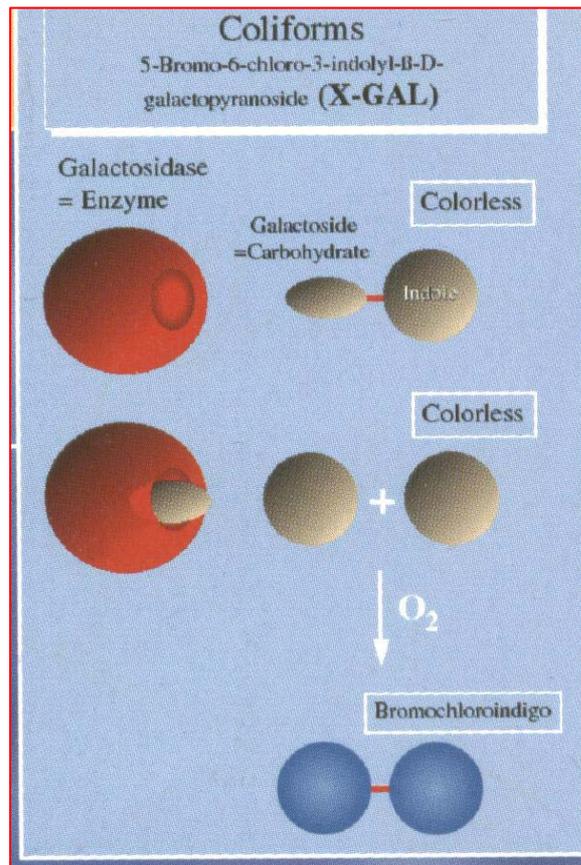
### 3.3.2 Determinação do NMP/100 mL para Coliformes totais, *E. coli* e Enterococos

Para as amostras de água foram utilizadas cinco séries de diluições com cinco tubos contendo 10 mL de meio de cultura (ANEXOS 4 e 5), com diluições partindo de 1 mL. Entretanto, para as amostras de areia utilizaram-se quatro séries de diluições com cinco tubos contendo 10 mL de meio de cultura partindo-se de 0,1 mL.

As amostras devidamente diluídas foram semeadas em câmara de fluxo laminar e incubadas a  $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 24 e 48 h.

Para a leitura de Coliformes totais, considerou-se como positiva o aparecimento da cor azul esverdeada (FIGURA 3), reação do X-GAL (5-bromo-6-cloro-3-indolil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo). Esta reação ocorre pela capacidade da enzima  $\beta$ -D-galactosidase em hidrolisar o substrato cromogênico (X-GAL), causando a mudança de cor (amarelo para azul-esverdeado). Entretanto, o amarelo claro, que indica inalteração na coloração do meio de cultura, foi considerado negativo.

Os tubos que apresentaram resultados positivos para Coliformes totais foram utilizados para leitura de *E. coli* com auxílio de lâmpada ultravioleta de comprimento de onda 366 nm. Para esta espécie considerou-se positivo (FIGURAS 4a e 4b) quando foi detectada a fluorescência azulada nos tubos – Reação do MUG (4-Metil umbeliferil-  $\beta$ -D-glicuronídeo), fluorescência esta produzida devido à metabolização do MUG através da enzima  $\beta$ -D-glicuronidase.



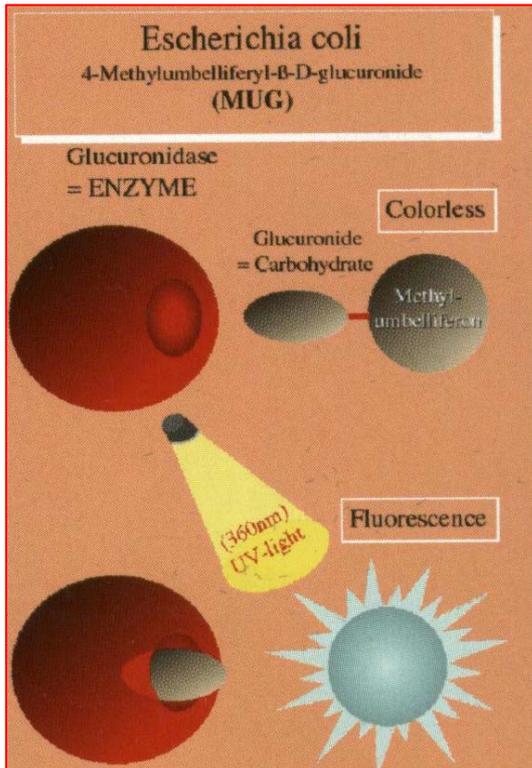
Fonte: [www.merck.de](http://www.merck.de)

FIGURA 3 – Esquema da reação do X-GAL com uso do substrato cromogênico para determinação de Coliformes totais

Foi considerada negativa quando não observada fluorescência; quando a leitura foi duvidosa, adicionaram-se duas gotas do reativo de Kovacs para confirmar *E. coli*, pela reação do indol, na qual forma-se o anel vermelho na porção superior do tubo (FIGURA 5).

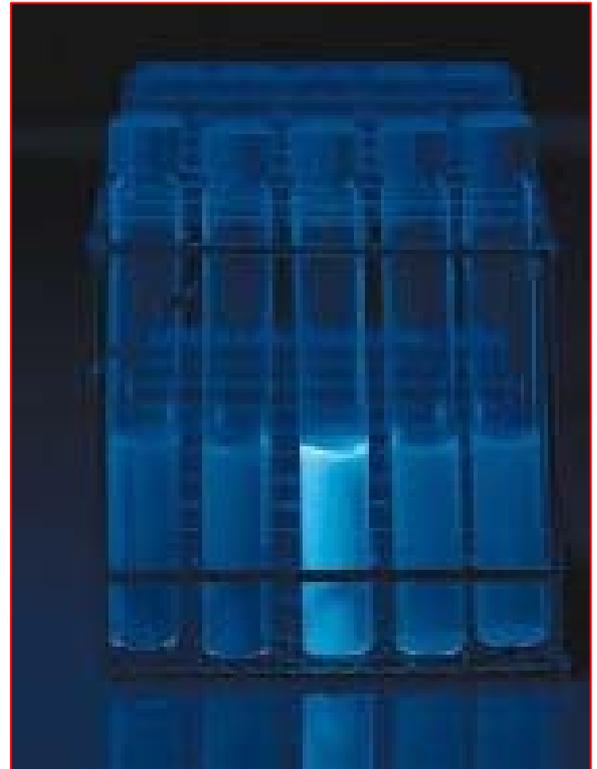
Para a leitura de Enterococos (FIGURA 6) considerou-se como leitura positiva a coloração azul-esverdeada, na qual o substrato X-GLU (5-bromo-4-cloro-3-indolyl-β-D-glucopiranosidase) é quebrado pela enzima β-D-glucosidase que é característico deste gênero. Já no teste negativo, a coloração do meio amarelo claro, permanece inalterada.

Após as leituras finais de 24 e 48 h o NMP (Número mais provável), para água e areias, os resultados foram calculados conforme APHA (1998) (ANEXO 3) existente para este fim, necessitando-se apenas acerto final da diluição.



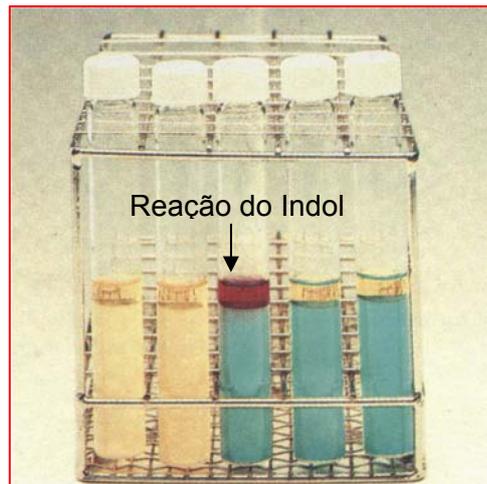
Fonte: [www.merck.de](http://www.merck.de)

FIGURA 4a - Esquema da reação do MUG com uso dos substratos cromogênico e fluorogênico para determinação de *E. coli*



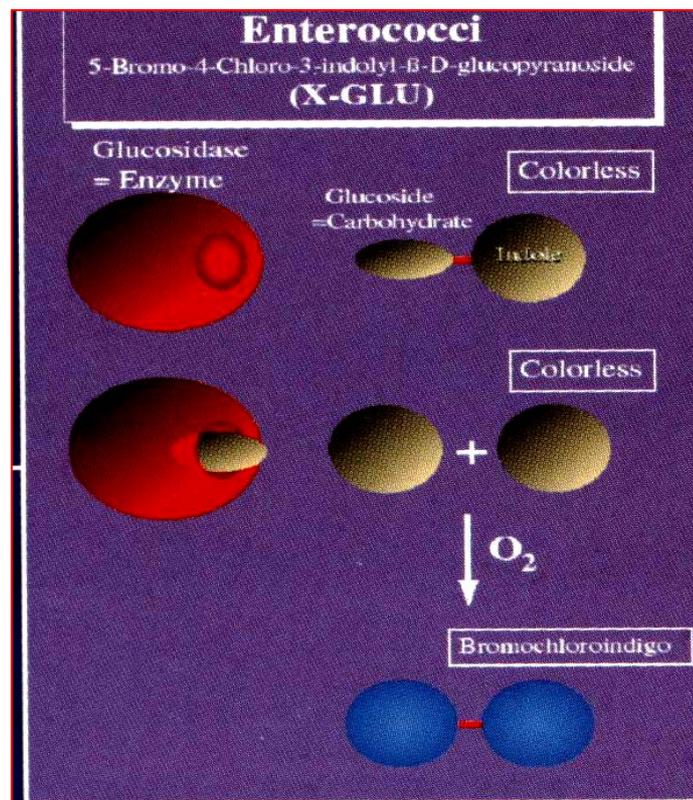
Fonte: [www.merck.de](http://www.merck.de)

FIGURA 4b - Avaliação visual de *E. coli* (foto) através da reação do MUG com fluorescência



Fonte: [www.merck.de](http://www.merck.de)

FIGURA 5 - Avaliação visual da identificação de *E. coli* (foto) mediante formação de anel pela reação do indol



Fonte: [www.merck.de](http://www.merck.de)

FIGURA 6. Esquema da reação do X-GLU com uso do substrato cromogênico para determinação de Enterococos

### 3.3.3 Parâmetros Físico-Químicos

As análises de umidade, física e química foram realizadas de acordo com metodologias utilizadas nos laboratórios do Setor de Ciências Agrárias - Depto de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR

A análise química e a umidade gravimétrica das areias foram realizadas em todas as épocas de amostragem, onde foram determinados os seguintes parâmetros: pH ( $\text{CaCl}_2$ ),  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ , P e  $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$  e teor de carbono orgânico, segundo (MARQUES E MOTTA, 2003 e MACHADO, 2003). A análise granulométrica simples foi determinada apenas na primeira coleta, para caracterização dos tratamentos, conforme MACHADO (2003).

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 9 tratamentos (pontos de coleta) e 12 repetições (épocas de amostragens). Os dados dos parâmetros microbiológicos: Coliformes totais, *E. coli* e Enterococos, tanto para água, como para areias, foram transformados em  $\sqrt{x} + 1$ , para que fosse possível a homogeneização da variância dos dados. Também foram feitas correlações entre os parâmetros microbiológicos e químicos, de acordo com VIEIRA (1999).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DAS PRAIAS DE MATINHOS, CAIOBÁ E GUARATUBA – PR

#### 4.1.1 Praia de Matinhos

##### 4.1.1.1 Coliformes totais (CT)

A qualidade da água das praias do litoral paranaense, em monitoramento, apresentou uma grande variabilidade entre os locais de amostragens, como também entre as épocas. Verificou-se que na praia de Matinhos o índice de CT (FIGURA 7 e ANEXOS 7 e 10) estava acima do padrão estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA 20/86, que é 5000 NMP/100 mL, em 74,7 e 66,6% das coletas, respectivamente para os pontos MS1 e MS9. Já para o ponto MS2 apenas uma coleta esteve acima do estabelecido. Diferentemente dos demais, no ponto MS5 não foi constatada contaminação em nenhuma das coletas realizadas.

Observa-se que a contaminação da água, constatada nos pontos MS1 e MS9, concentra-se em alguns meses do ano. No ponto MS1 inicia-se na primeira coleta estende-se até a quinta, retorna na nona e mantém-se até a última coleta. O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 8.

##### 4.1.1.2 *E. coli* (EC)

De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, o índice de EC para água do mar é de 800 NMP/100 mL. Dessa forma verificou-se que na praia de Matinhos, o ponto MS5 não apresentou contaminação (FIGURA 9 e ANEXOS 8 e 11). No entanto os demais apresentaram contaminação diferenciada. O ponto MS2 apresentou apenas 25,0 % das amostragens com contaminação. Já no ponto MS9 o nível subiu para 66,6 % e no ponto MS1 chegou a 83,3 %. Observou-se que a ausência de contaminação no ponto MS1 foi constatada nas coletas 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> e no ponto MS9 nas coletas 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 10.

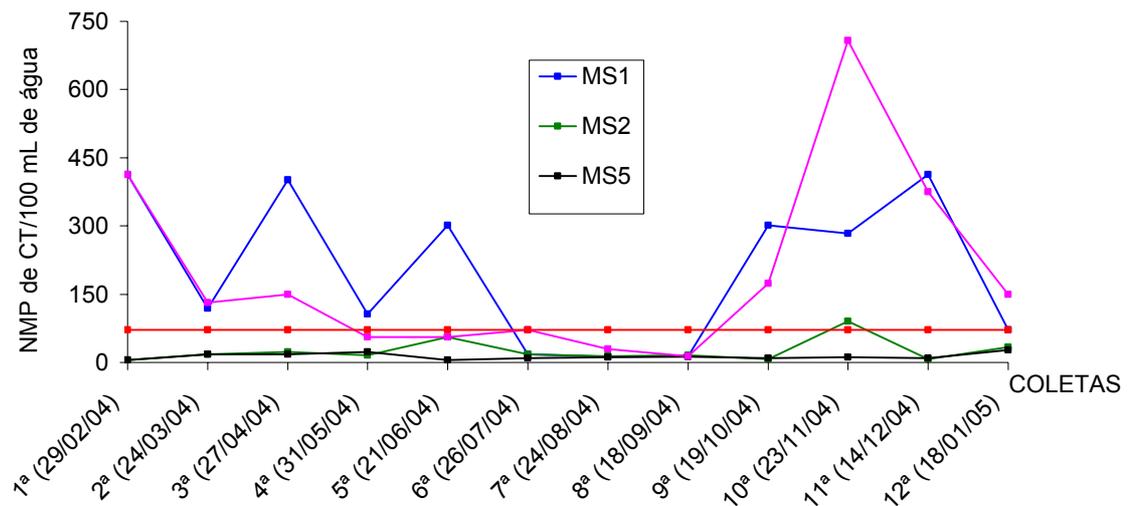


FIGURA 7 - Densidade de Coliformes totais (CT) e na água do mar, praia de Matinhos-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

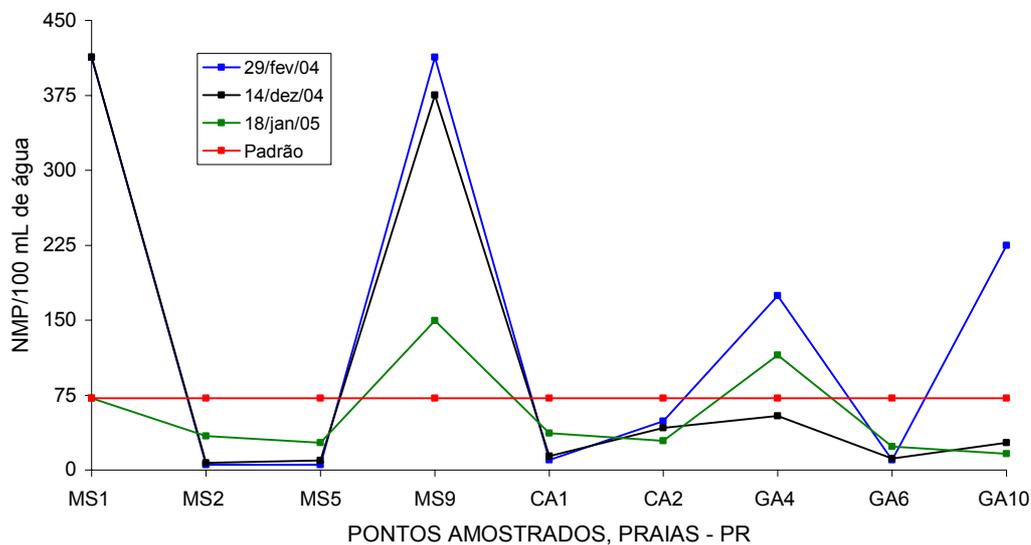


FIGURA 8 - Densidade de Coliformes totais (CT) na água das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

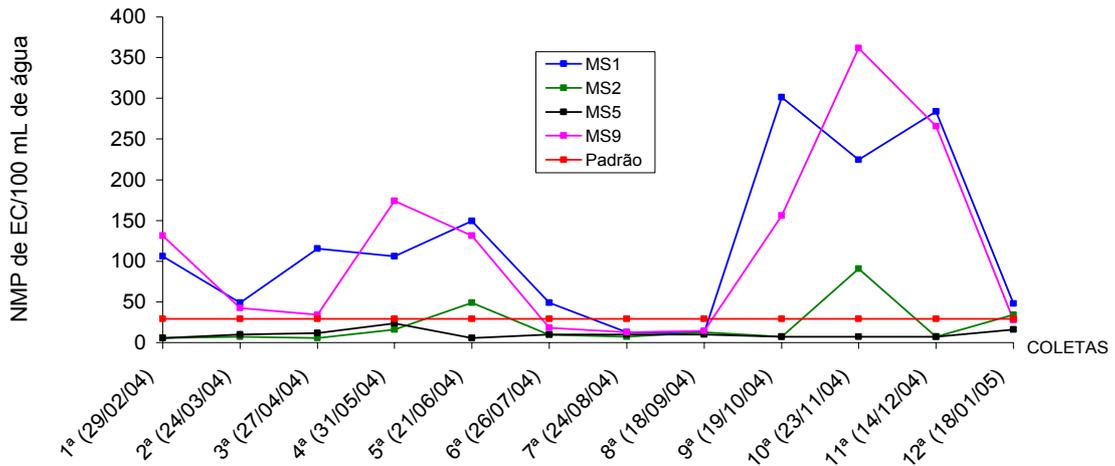


FIGURA 9 - Densidade de *E. coli* (EC) na água do mar, praia de Matinhos-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

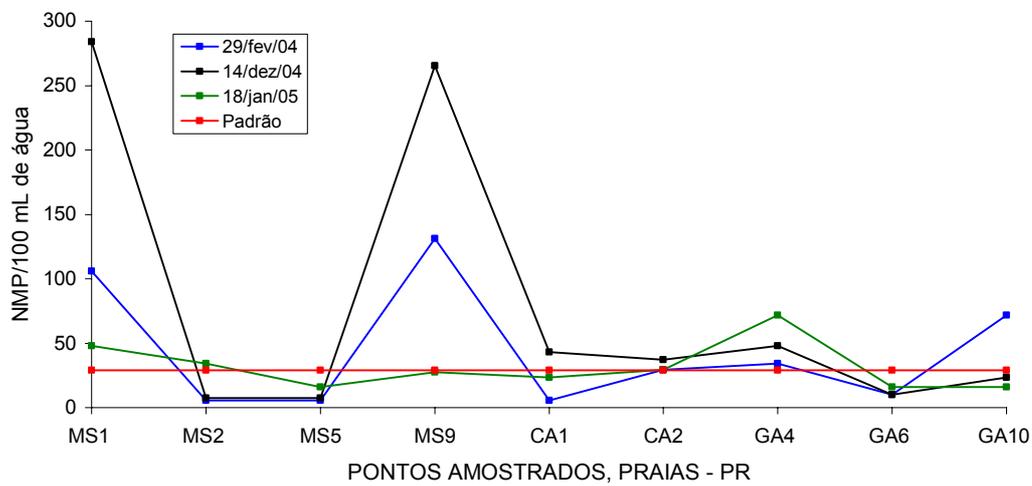


FIGURA 10 - Densidade de *E. coli* (EC) na água das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.1.1.3 Enterococos (ENT)

O índice estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA 274/00 é 100 NMP/100mL e dessa forma confrontando-se com os valores obtidos. Observou-se que nos pontos MS1 e MS9, respectivamente, 85,7% e 71,4% das amostragens estavam acima do índice da RESOLUÇÃO, apresentando maior concentração a partir da 9ª amostragem (out/04), comprometendo a qualidade das mesmas, principalmente no verão (FIGURAS 11 e ANEXOS 9 e 12). O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 12.

Uma análise conjunta, dos indicadores de acordo com as RESOLUÇÕES CONAMA 20/86 e 274/00, indica que apenas na praia de Matinhos o ponto MS5 esteve próprio para banho durante todo o período de observação (FIGURAS 7, 9 e 11).

Os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos (CT, EC e ENT) na água do mar indicaram a presença de contaminação, principalmente humana, a qual é explicada pela proximidade dos pontos de coleta do rio Matinhos. Acrescenta-se a esse fato, em menor proporção, a contaminação oriunda de ligações de esgotos domésticos clandestinos existentes na região.

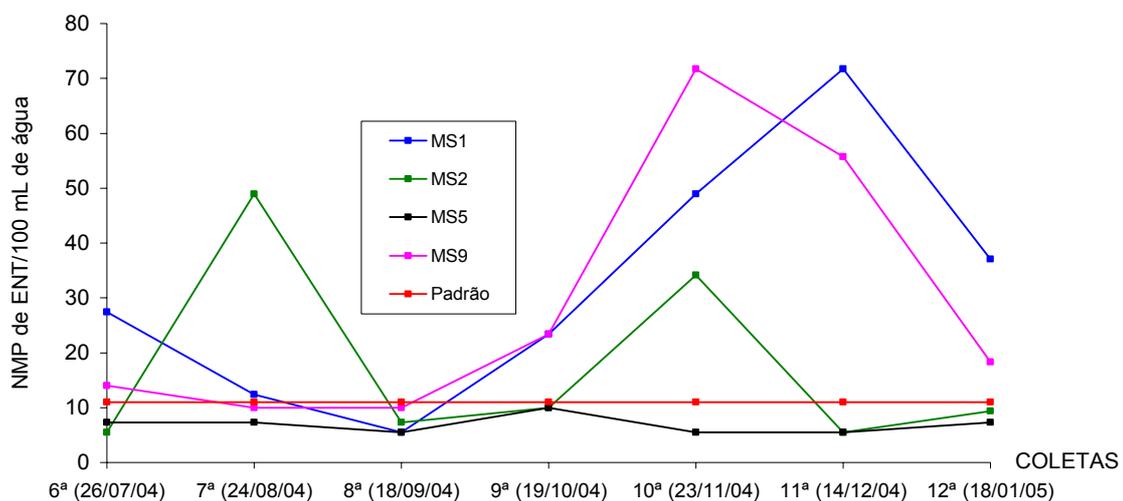


FIGURA 11 - Densidade de Enterococos (ENT) na água do mar, praia de Matinhos-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

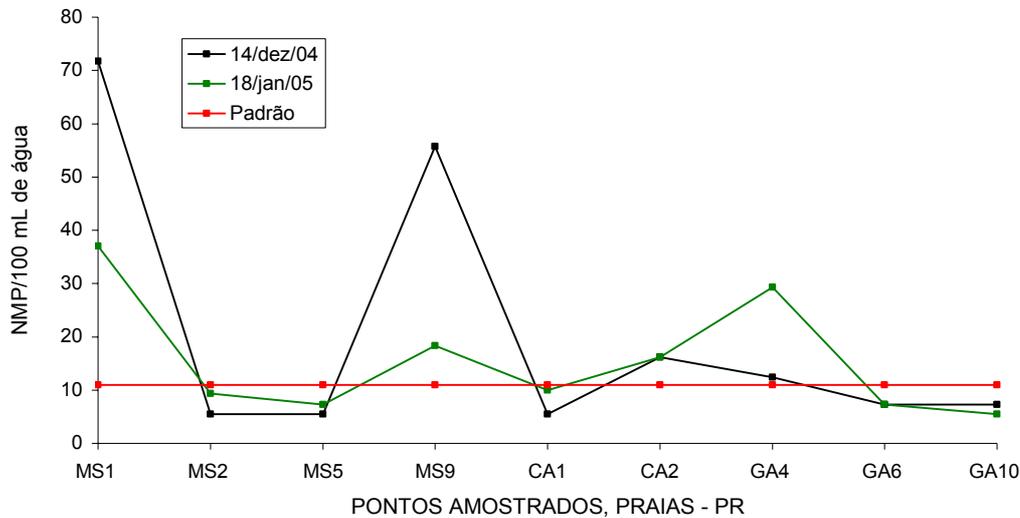


FIGURA 12 - Densidade de Enterococos (ENT) na água das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.1.2 Praia de Caiobá

##### 4.1.2.1 Coliformes totais (CT)

No ponto CA1 (FIGURA 13 e ANEXOS 7 e 10) ultrapassou o limite apenas na 5ª coleta e no ponto CA2 nas coletas (3ª, 4ª e 6ª), de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 20/86. Os dados demonstraram que na maior parte do ano, principalmente no verão (FIGURA 8), observando-se apenas esse indicador, os pontos amostrados atendem ao padrão de balneabilidade.

##### 4.1.2.2 *E. coli* (EC)

O índice de EC nos ponto CA1 foi ultrapassado em apenas 25,0% das amostragens, conforme RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, enquanto no ponto CA2 chegou a 49,8%, com tendência de elevação a partir da 8ª coleta (FIGURA 14 e ANEXOS 8 e 11). O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 10.

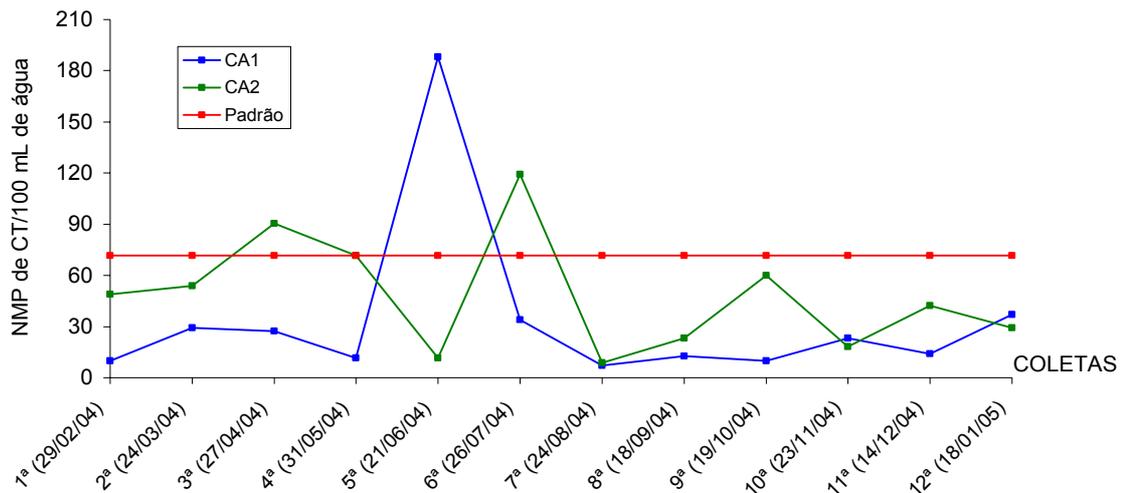


FIGURA 13 - Densidade de Coliformes totais (CT) na água do mar, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

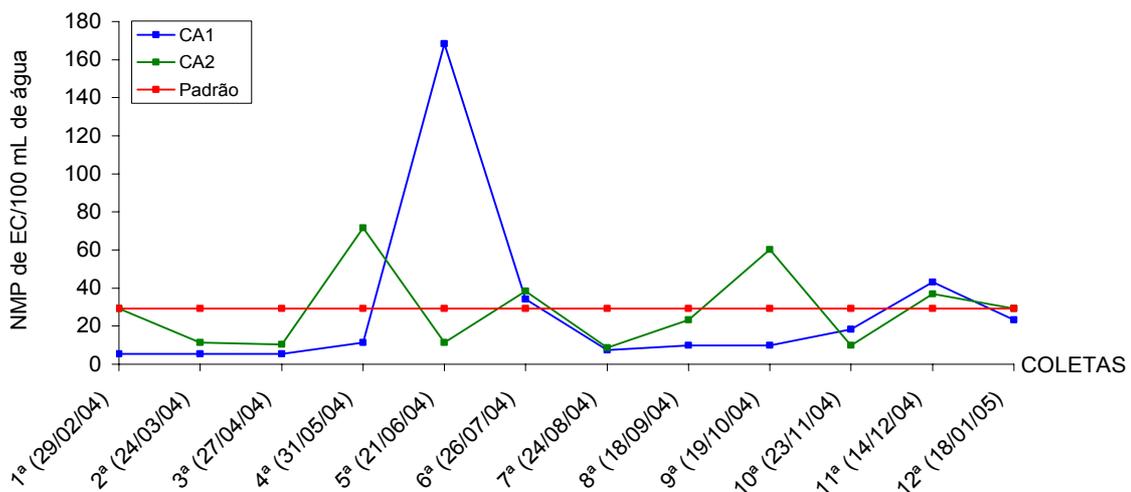


FIGURA 14 - Densidade de *E. coli* (EC) na água do mar, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.1.2.3 Enterococos (ENT)

O ponto CA1, FIGURA 15 e ANEXOS (9 e 12), apresentou índice acima da RESOLUÇÃO em 28,6% das amostragens, porém, diferentemente das outras contaminações, estas ocorreram nas coletas iniciais (6ª e 7ª). Com exceção destas

amostragens, o ponto CA1 esteve próprio para balneabilidade em cinco amostragens que correspondem aos meses de verão. Já o ponto CA2 apresentou índice superior à RESOLUÇÃO em 57,2% das amostragens e com tendência de maior incidência a partir da 9ª coleta, interferindo na balneabilidade, principalmente no verão (FIGURA 12).

O ponto CA2 apresentou os maiores índices de contaminação, conseqüentemente as maiores restrições de balneabilidade. Este fato provavelmente ocorreu em função do sentido da correnteza da água do Canal de Caiobá, que após desaguar no mar, possivelmente segue a direção do ponto CA2, que se localiza à esquerda, dessa forma elevando a disseminação das bactérias neste ponto.

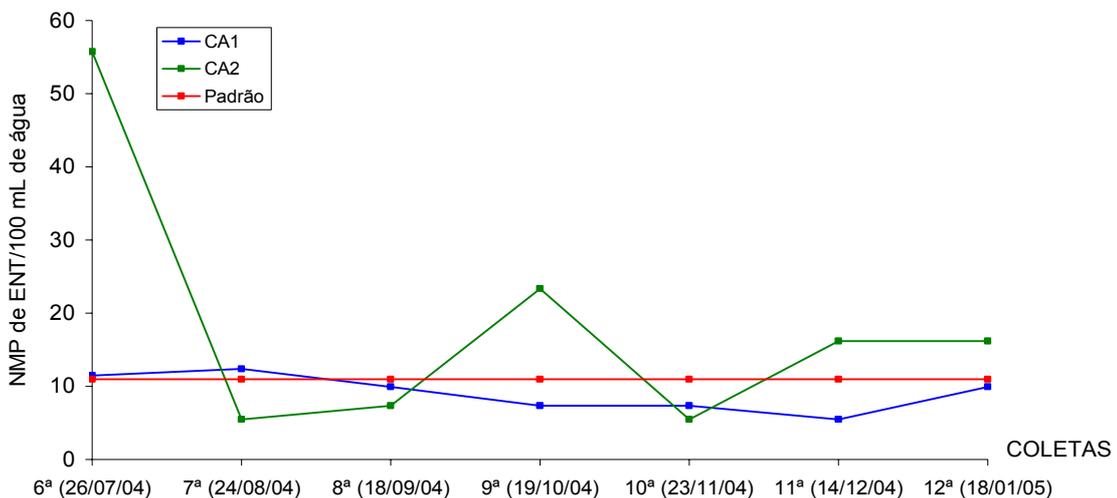


FIGURA 15 - Densidade de Enterococos (ENT) na água do mar, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.1.3 Praia de Guaratuba

##### 4.1.3.1 Coliformes totais (CT)

Valores inferiores aos estabelecidos pela RESOLUÇÃO CONAMA 20/86, em todas as coletas (FIGURA 16 e ANEXOS 7 e 10), foram constatados no ponto GA6, destacando-se o aspecto microbiológico excelente neste ponto. Porém, no ponto GA4 a contaminação chegou a 41,5% das amostragens. Entretanto no ponto GA10

a contaminação foi reduzida para 25,0% das amostragens. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 8.

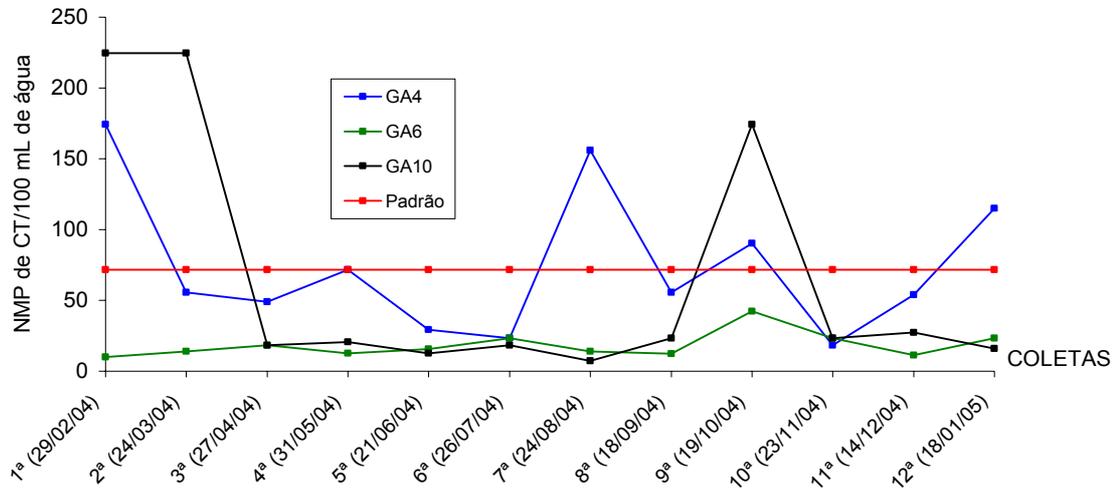


FIGURA 16 - Densidade de Coliformes totais (CT) na água do mar, praia de Guaratuba-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.1.3.2 *E. coli* (EC)

O ponto de observação GA6 em nenhuma das amostragens apresentou contaminação superior ao previsto na legislação (FIGURA 17 e ANEXOS 8 e 11). No entanto o GA10 ultrapassou o índice em 25,0% das amostragens e o ponto GA4 mostrou-se contaminado em 49,8% das amostragens, com maior incidência a partir da 7ª coleta, estendendo-se até a última, com exceção da 10ª. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 10.

#### 4.1.3.3 Enterococos (ENT)

De forma similar à praia de Matinhos, a praia de Guaratuba apresentou contaminação elevada (FIGURA 18 e ANEXOS 9 e 12), pois no ponto GA4 foi constatado índice superior à RESOLUÇÃO em 85,8% das amostragens. No ponto GA10 foi reduzida para 42,9% e no ponto GA6 atingiu o mínimo, 14,3%, na primeira amostragem. Neste ponto observa-se que houve restrição apenas na 7ª coleta

(ago/04), tendo as demais épocas indicado condições favoráveis de balneabilidade. No ponto GA10 a restrição foi maior, estendendo-se da 7ª à 9ª coleta. O ponto GA4 predominantemente esteve contaminado, tornando-se impróprio para balneabilidade. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 12.

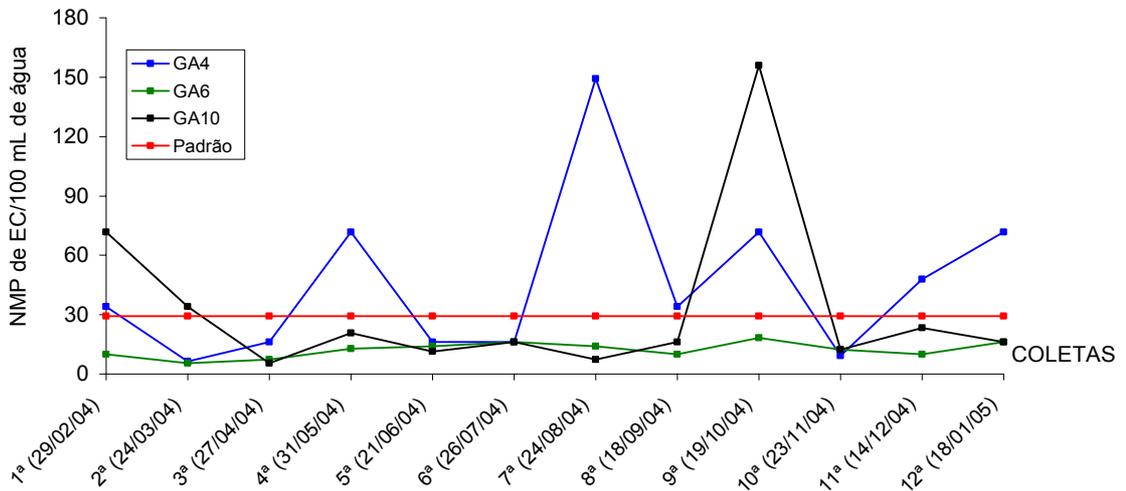


FIGURA 17 - Densidade de *E. coli* (EC) na água do mar, praia de Guaratuba-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

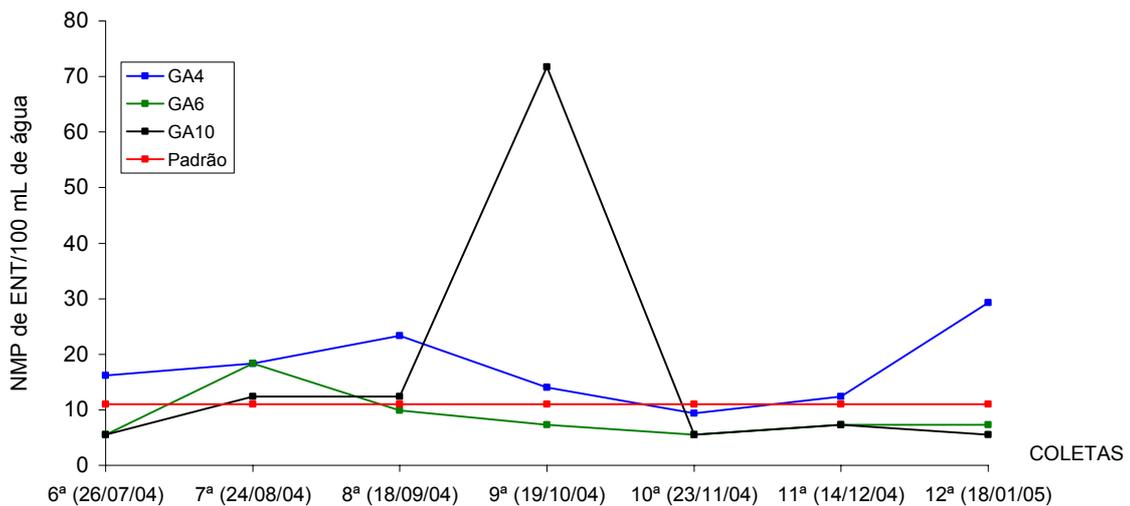


FIGURA 18 - Densidade de Enterococos (ENT) na água do mar, praia de Guaratuba-

PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

## 4.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AREIAS

Devido à inexistência, no Brasil, de parâmetros e índices estabelecidos pelos órgãos ambientais municipais, estaduais e federais, com exceção da Secretaria Municipal de Meio ambiente do Rio de Janeiro (RESOLUÇÃO municipal nº 81/00, ANEXO 1), para melhor compreensão e discussão dos dados obtidos na presente pesquisa, optou-se pela utilização dos mesmos parâmetros microbiológicos estabelecidos nas RESOLUÇÕES CONAMA 20/86 e 274/00 para a água. Entretanto, em Portugal existe uma proposta (ANEXO 2) elaborada por MENDES et al. (1993), utilizada pela comunidade europeia, a qual envolve os indicadores: Coliforme total, Coliforme fecal, *Streptococo fecal* e *Candida sp.*

Porém deve-se destacar que os ambientes, água do mar e areia, proporcionam de forma diferenciada a sobrevivência das bactérias em função dos fatores bióticos e abióticos predominantes em cada um deles. Além disso, a forma e a intensidade de contato é maior no ambiente água do mar do que nas areias, com maiores riscos no primeiro. Diante desta situação, a discussão será fundamentada nos parâmetros microbiológicos, para a água, previstos nas resoluções anteriormente citadas (RESOLUÇÃO CONAMA 20/86, índice máximo para Coliformes totais 5000 NMP/100 mL) e RESOLUÇÃO CONAMA 274/00, índices máximos para *E. coli* 800 NMP/100 mL e Enterococos 100 NMP/100 mL). Considerando-se que a forma e a intensidade de contato é maior no ambiente água do mar do que nas areias (úmida e seca), com maiores riscos para o primeiro, sendo assim, a utilização dos mesmos índices utilizados para água do mar representaria uma restrição excessiva. Porém, de acordo com os valores obtidos dos parâmetros microbiológicos nas areias e a falta de um levantamento epidemiológico que os correlacione com os riscos à saúde optou-se por elaborar uma proposta para discussão dos dados, considerando-se o dobro dos índices estabelecidos para água (TABELA 4), denominada de proposta do Paraná.

### 4.2.1 Análise microbiológica da areia úmida

#### 4.2.1.1 Praia de Matinhos

#### 4.2.1.1.1 Coliformes totais (CT)

Observa-se que a densidade de CT na areia úmida, que tem influência direta das marés, oscilou durante o período de amostragem em todas as épocas monitoradas (FIGURA 19 e ANEXOS 13 e 16). O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 20.

TABELA 4 - Proposta de limite de tolerância da qualidade microbiológica de areia para recreação de contato primário, nas praias do estado do Paraná.

Parâmetro	Limite máximo (NMP/100 g)	Limite máximo transformado** (NMP/100 g)	Frequência de amostragem***
Coliformes totais	10.000	101	mensal
Coliformes fecais*	2.000	46	mensal
<i>E. coli</i>	1600	41	mensal
Enterococos	200	15	mensal

\* proposto por estar incluído na RESOLUÇÃO CONAMA 274/00.

\*\* Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

\*\*\*as amostragens poderão ser realizadas mensalmente no verão e bimensalmente nas demais estações do ano.

Valores mais elevados de CT, referentes aos pontos MS1 e MS9, demonstram que 33,3% foram superiores à proposta do Paraná (FIGURA 19). Nos pontos MS2 e MS5 os valores estiveram, em todas as coletas, inferiores à estas propostas. Enquanto que a Resolução do Rio de Janeiro desclassifica apenas 25,0% para o ponto MS1 e 8,3% para o MS9 e os pontos MS2 e MS5 mantiveram-se inferiores ao limite dessa Resolução.

No ponto MS9 os valores superiores à proposta do Paraná foram observados no verão em todas as coletas, enquanto que em relação à Resolução do Rio de Janeiro foi observado apenas na coleta fev/04.

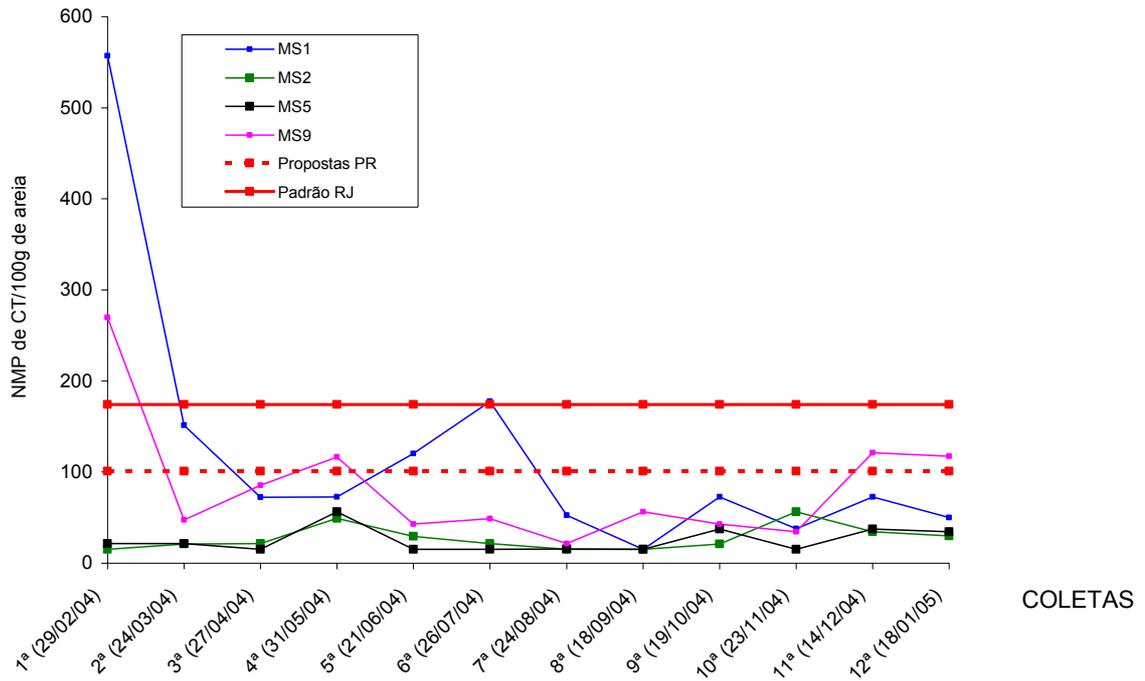


FIGURA 19 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida, praia de Matinhos-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

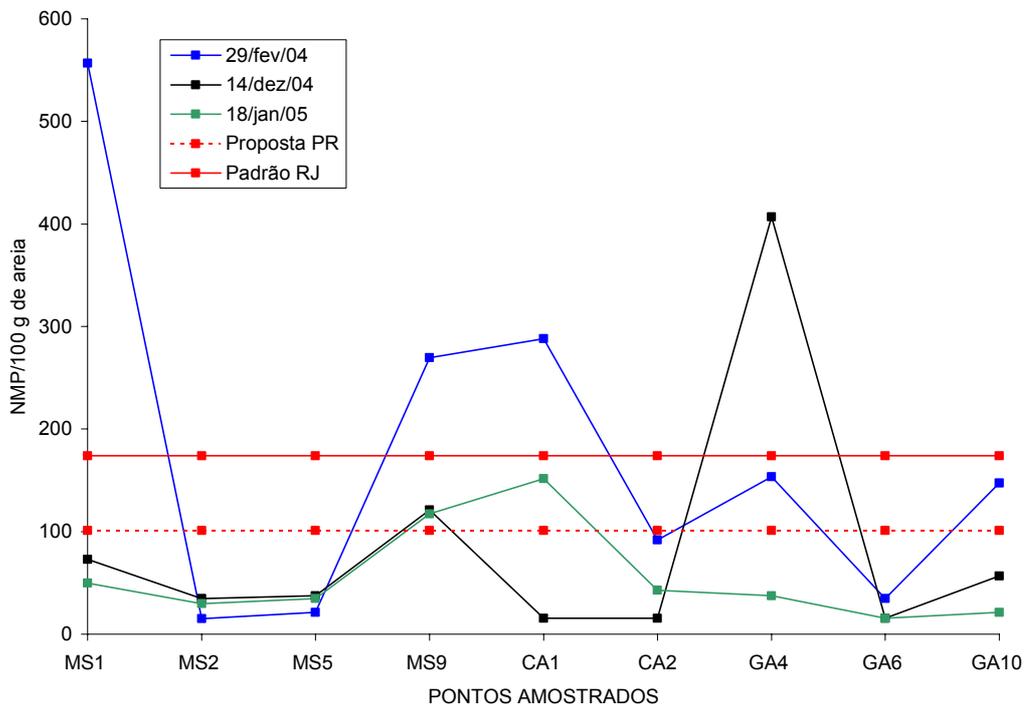


FIGURA 20 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.1.1.2 *E. coli* (EC)

A avaliação da densidade de EC, (FIGURA 21 e ANEXOS 14 e 17), demonstra que na areia úmida da praia de Matinhos os pontos MS1, MS2 e MS9 apresentaram as maiores incidências, 58,3%, 16,6%, 41,5%, respectivamente, com valores superiores à proposta do Paraná (FIGURA 21). Destacando-se que no período de temporada (verão) o limite da proposta do Paraná foi ultrapassado nos pontos MS1 e MS9 em todas as coletas. Nos pontos MS2 e MS5 as densidades encontradas foram inferiores aos pontos MS1 e MS9. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 22.

#### 4.2.1.1.3 Enterococos (ENT)

Os valores obtidos, para este parâmetro, demonstram que em todas as coletas (FIGURA 23 e ANEXOS 15 e 18) a concentração de ENT, nos cinco pontos amostrados, foi superior à proposta do Paraná (TABELA 4). O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 24.

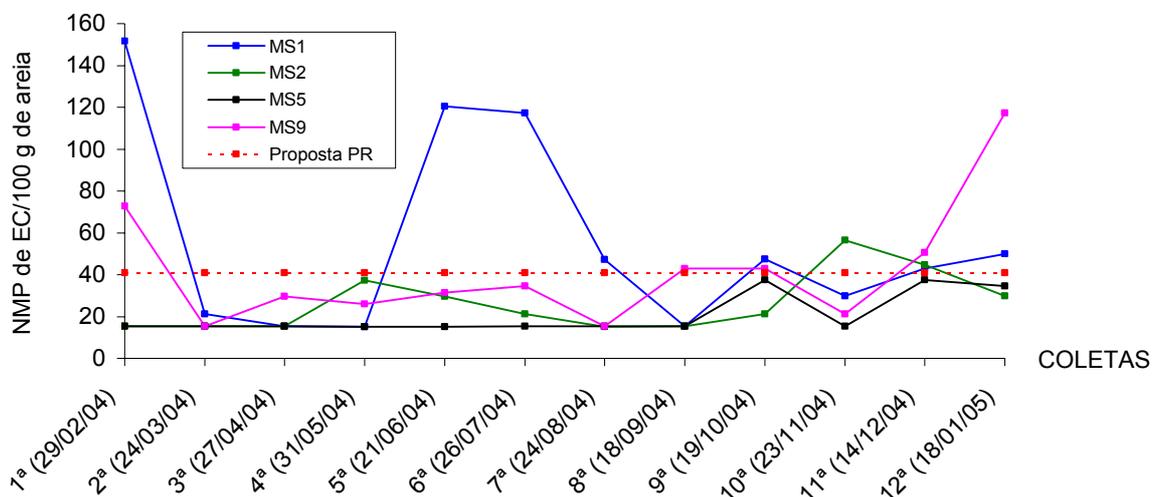


FIGURA 21 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia úmida, praia de Matinhos-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

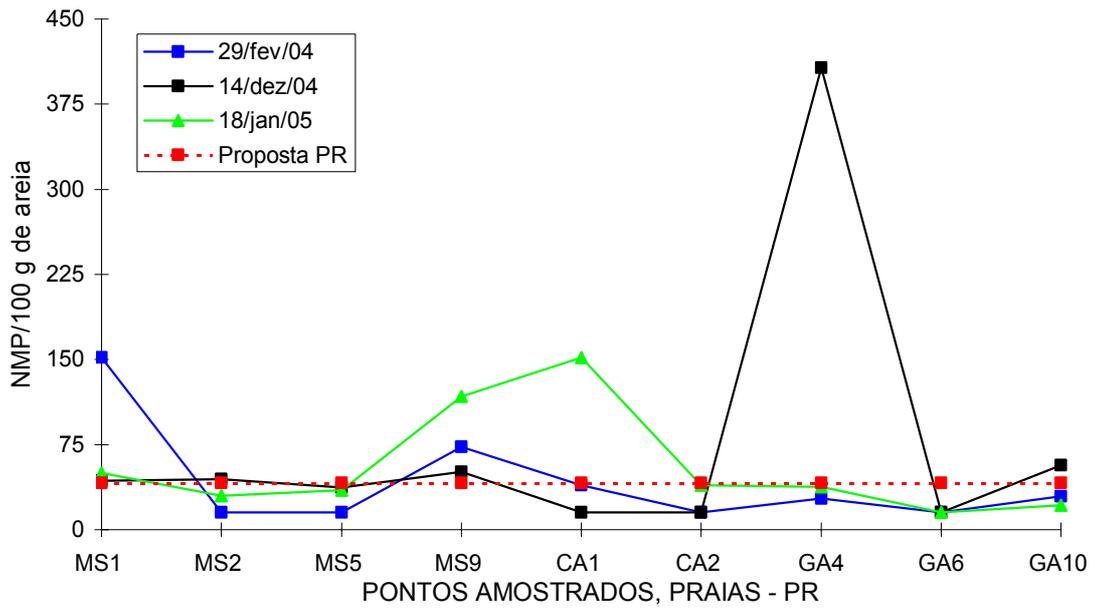


FIGURA 22 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia úmida das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

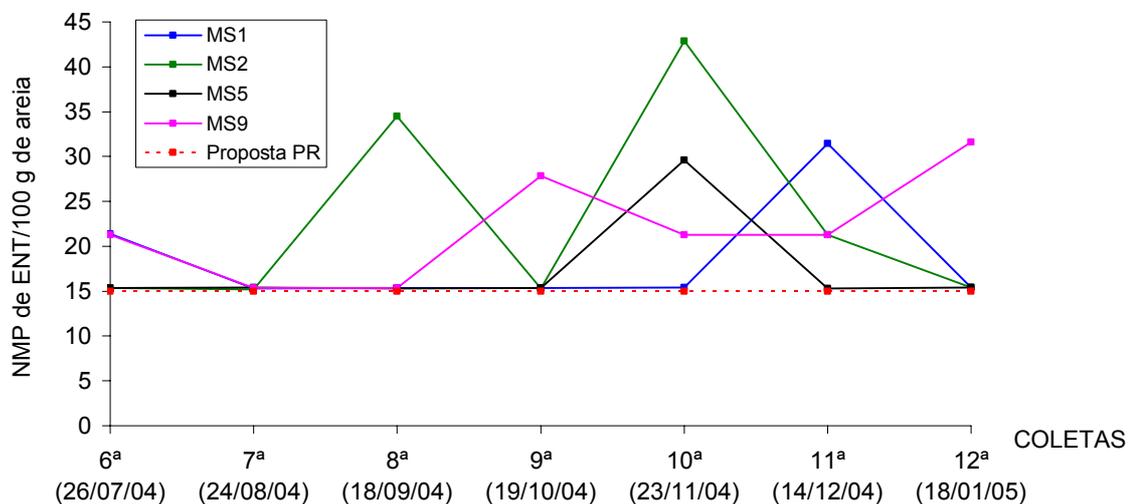


FIGURA 23 - Densidade de Enterococcos (ENT) na areia úmida, praia de Matinhos-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

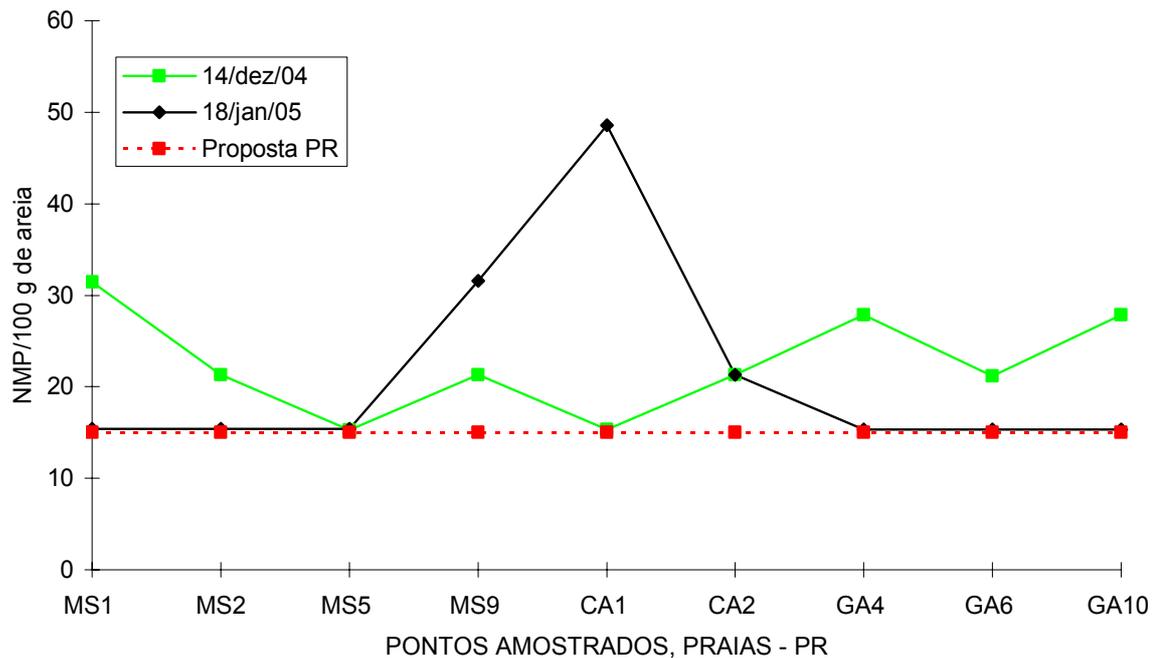


FIGURA 24 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.1.2 Praia de Caiobá

##### 4.2.1.2.1 Coliformes totais (CT)

Valores superiores ao previsto na proposta do Paraná para CT foram observados na praia de Caiobá no ponto CA1 em 25,0% das coletas (1<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, e 12<sup>a</sup>). Quando se compara com a Resolução do Rio de Janeiro verifica-se que o este ponto apresenta apenas 8,3% acima do padrão.

O ponto CA2 apresentou-se abaixo dos limites previstos nas duas propostas e na Resolução do Rio de Janeiro (FIGURA 25 e ANEXOS 13 e 16).

O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 20.

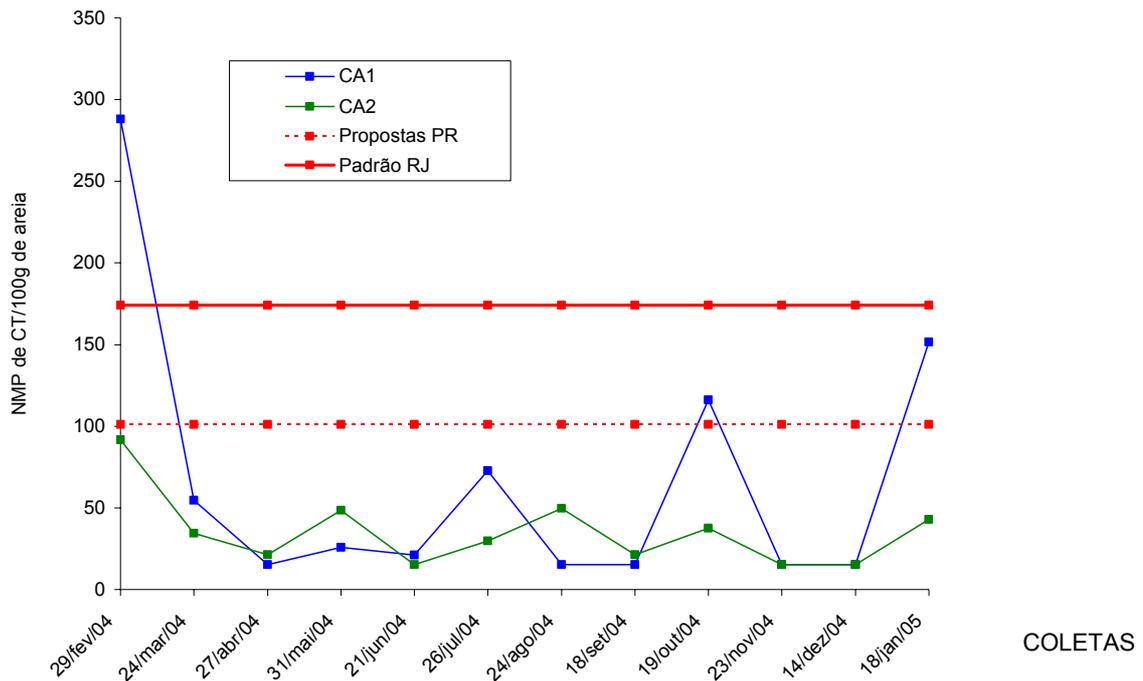


FIGURA 25 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.1.2.2 *E. coli* (EC)

Os pontos monitorados (CA1 e CA2) apresentaram comportamento similar contendo 25,0% e 16,6% respectivamente, das amostragens superiores ao dobro do índice estabelecido pela proposta do Paraná (TABELA 4), (FIGURA 26 e ANEXOS 14 e 17). A maior incidência de *E. coli* no ponto CA1 ocorreu na estação do verão, coleta (jan/05), diferentemente do ponto CA2 que ocorreu, isoladamente (mai/04) e (ago/04). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 22.

#### 4.2.1.2.3 Enterococos (ENT)

Durante o período de amostragem, os pontos monitorados apresentaram densidades de ENT superiores ao estabelecido pela proposta do Paraná (TABELA 4), (FIGURA 27 e ANEXOS 15 e 18). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 24.

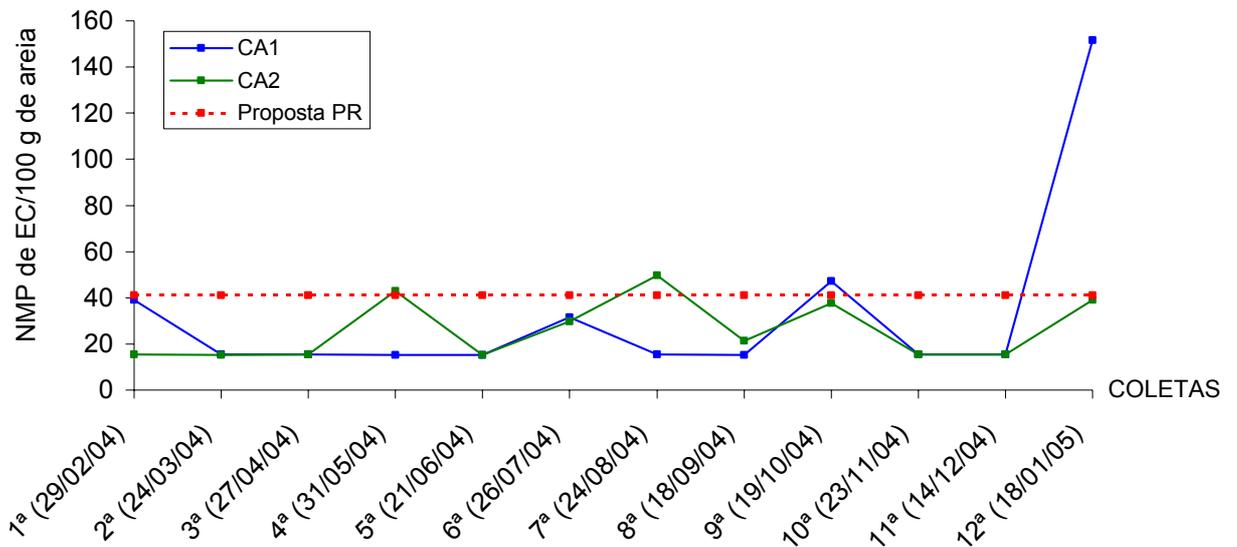


FIGURA 26 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia úmida, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.1.3 Praia de Guaratuba

##### 4.2.1.3.1 Coliformes totais (CT)

Os pontos monitorados apresentaram os menores índices de CT, quando comparados com as demais praias (FIGURA 28 e ANEXOS 13 e 16). Os pontos GA4, GA6 e GA10 apresentaram respectivamente, 25,0%, 16,6% e 16,6% das coletas superiores ao estabelecido pela proposta do Paraná. Comparando-se com a Resolução do Rio de Janeiro, verifica-se que os pontos GA4 e GA6 ultrapassam o limite em 8,3%, enquanto o GA10 apresenta-se abaixo do limite.

O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 20.

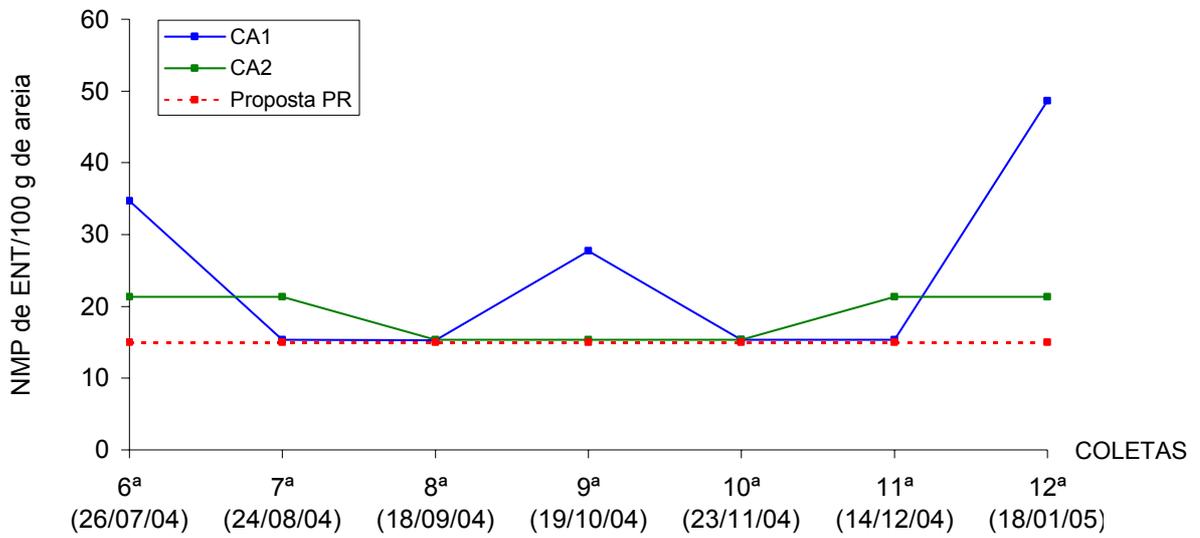


FIGURA 27 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida, praia de Caiobá-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$ .

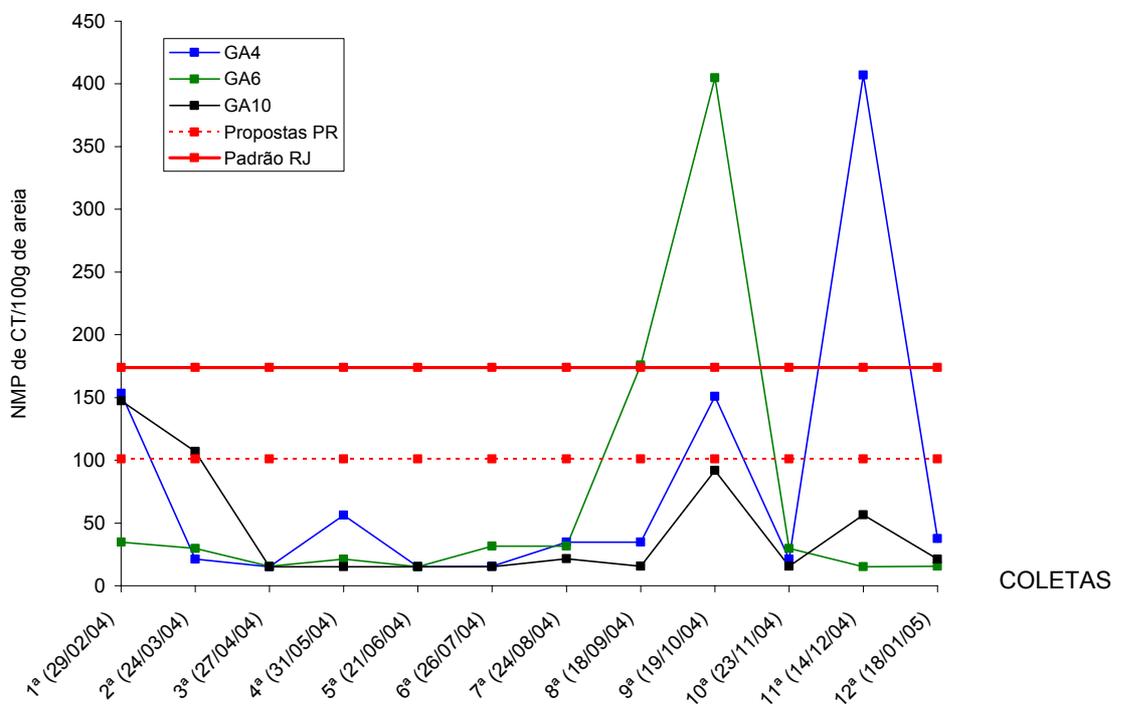


FIGURA 28 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia úmida, praia de

Guaratuba-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.1.3.2 *E. coli* (EC)

De forma similar ao parâmetro CT, o parâmetro EC nos pontos GA4, GA6 e GA10 apresentaram as menores densidades, 16,6 %, superiores à proposta do Paraná (FIGURA 29 e ANEXOS 14 e 17). Verifica-se também que nos pontos GA4 e GA10 as densidades mais expressivas foram constatadas nas coletas (out/04 e dez/04) ressaltando a grande densidade constatada no verão. No entanto, no ponto GA6 a densidade acima do limite proposto para o Paraná concentrou-se na primavera (set/04 e out/04). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 22.

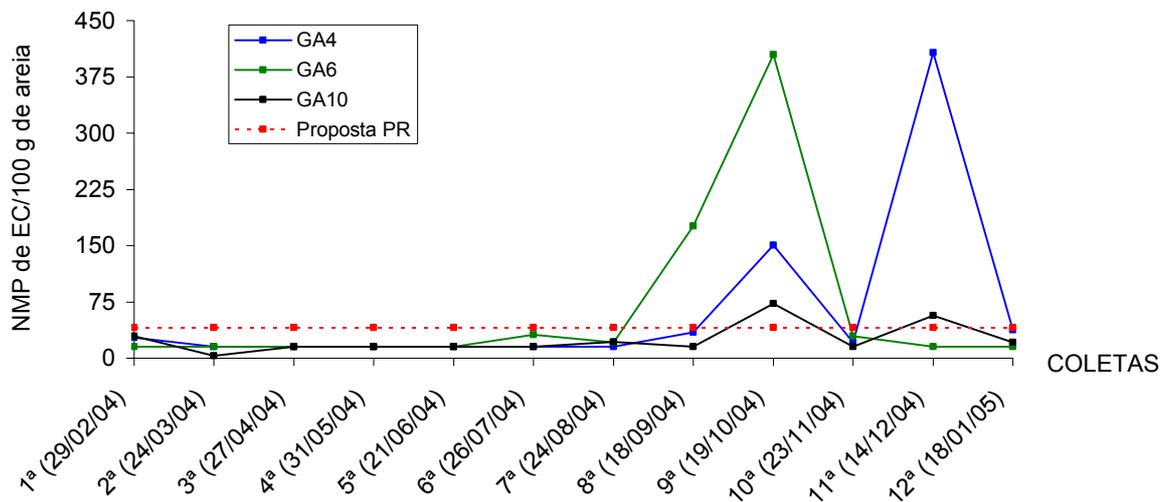


FIGURA 29 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia úmida, praia de Guaratuba-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.1.3.3 Enterococos (ENT)

Os resultados obtidos na avaliação do parâmetro (ENT) demonstraram que, em todos os pontos monitorados e em todas as coletas, os valores determinados foram superiores ao dobro do índice estabelecido pela proposta do Paraná. Para esse parâmetro não houve a influência da estação do ano, pois apesar de terem

vido feitos apenas sete coletas, as realizadas no inverno também ultrapassaram os limites estabelecidos pela proposta do Paraná (FIGURA 30 e ANEXOS 15 e 18). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 24.

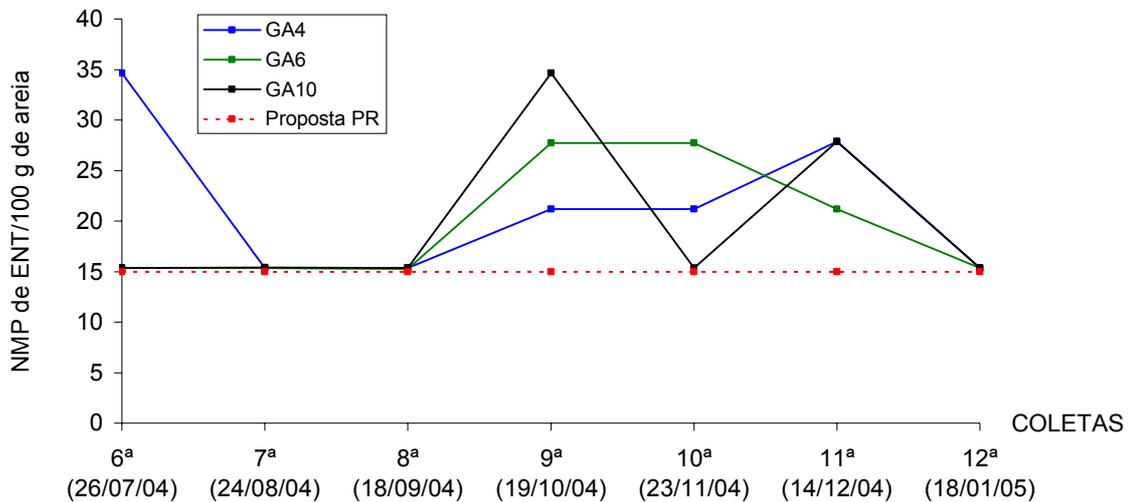


FIGURA 30 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia úmida, praia de Guaratuba-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.2 Análise microbiológica da areia seca

##### 4.2.2.1 Praia de Matinhos

###### 4.2.2.1.1 Coliformes totais (CT)

Todos os pontos monitorados apresentaram valores expressivos de CT durante o período de avaliação (FIGURA 31 e ANEXOS 19 e 22). Os pontos MS1 e MS5 apresentaram 58,3% e 66,6% das amostras com índices superiores à proposta do Paraná (FIGURA 31). No entanto, nestes pontos, os índices ultrapassaram o limite da Resolução do Rio de Janeiro em 41,6% e 58,3% respectivamente, MS1 e MS5.

É importante destacar que as maiores densidades estiveram concentradas entre a 2ª e a 9ª coletas no caso do ponto MS1 e no caso do ponto MS5 entre a 9ª e 11ª coletas, as quais correspondem ao verão.

Os pontos MS2 e MS9 apresentaram respectivamente, 25,0% e 41,6% das amostras acima do índice estabelecido na proposta do Paraná. Porém em relação à Resolução do Rio de Janeiro os valores caíram para 16,6% e 25,0%, respectivamente, MS2 e MS9. Esses pontos apresentaram comportamentos diferentes, pois o ponto MS9 apresentou valores superiores à proposta do Paraná a partir da 3ª coleta estendendo-se até à 8ª coleta, que correspondeu ao período outono/inverno, exceção para a 5ª coleta. Já o ponto MS2 os valores superiores à proposta do Paraná foram ultrapassados em coletas esparsas durante o período de avaliação. O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 32.

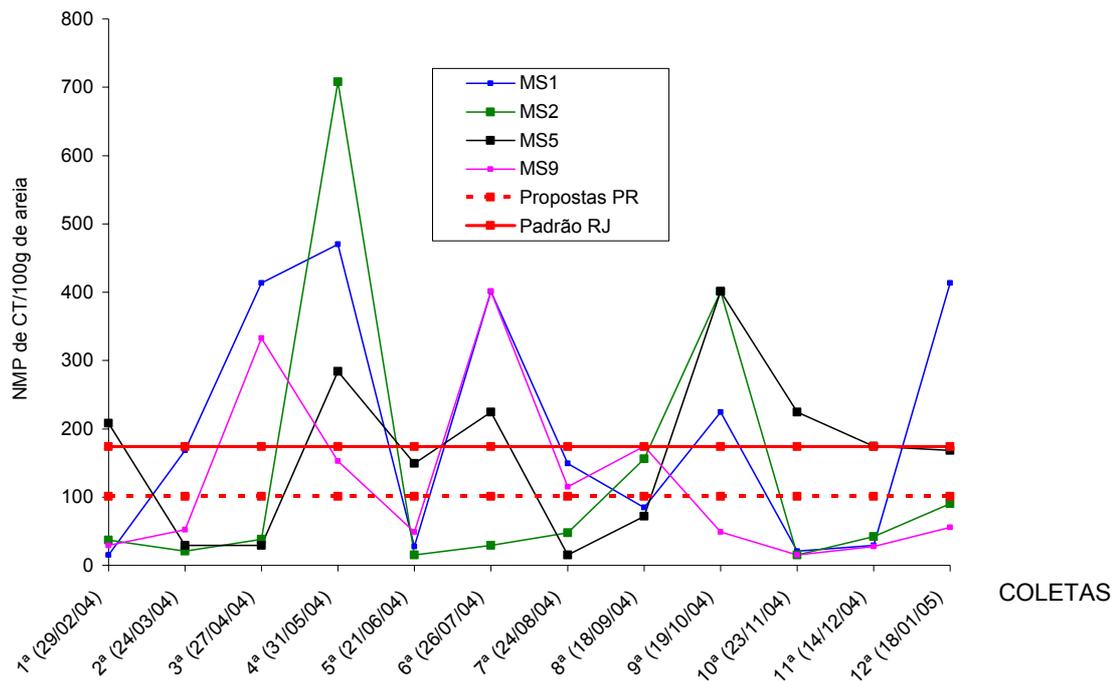


FIGURA 31 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca, praia de Matinhos-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.2.1.2 *E. coli* (EC)

De acordo com a proposta do Paraná (TABELA 4), observa-se que os pontos MS1 e MS5 apresentaram densidade de EC/100 g de areia seca superior à proposta do Paraná em 49,8% e 66,6%, respectivamente (FIGURA 33 e ANEXOS 20 e 23).

O ponto MS5 apresentou maior incidência nas coletas realizadas no inverno e no verão. No entanto os pontos MS2 e MS9 apresentaram densidades superiores à proposta do Paraná em 33,3% das coletas. O período de avaliação de EC na estação do verão é apresentado na FIGURA 34.

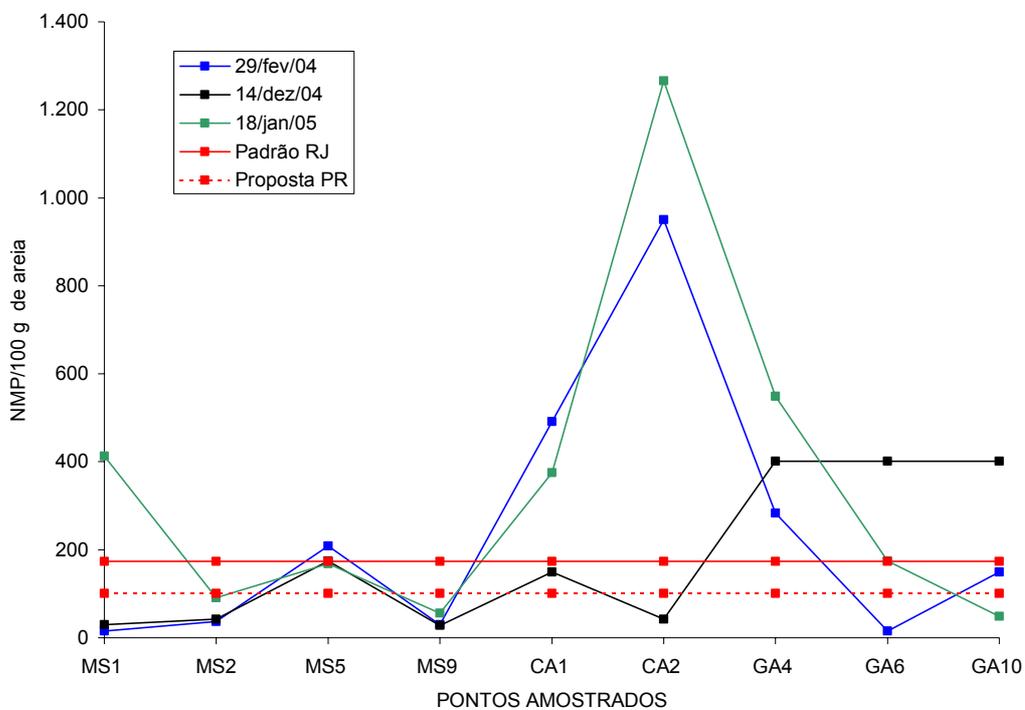


FIGURA 32 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$ .

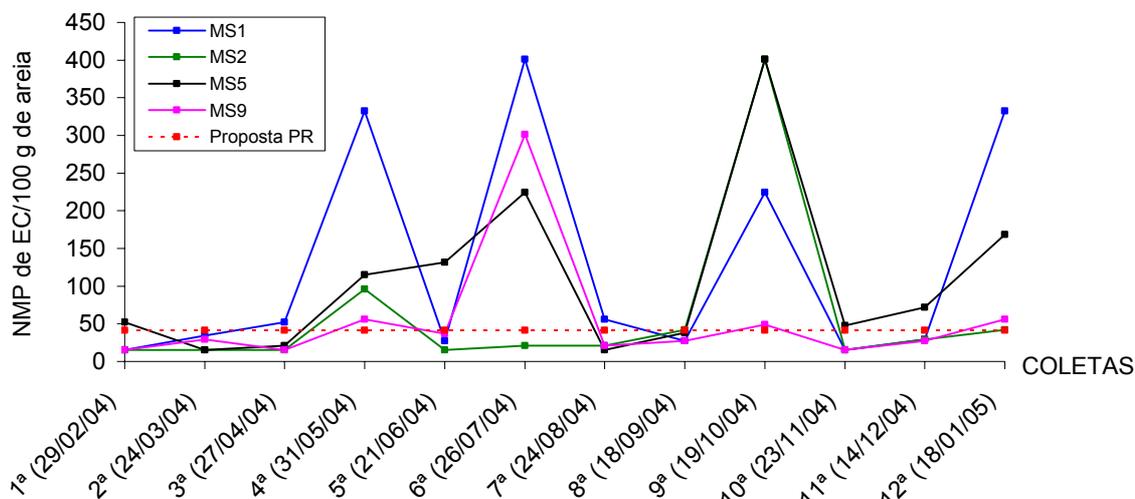


FIGURA 33 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia seca, praia de Matinhos-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

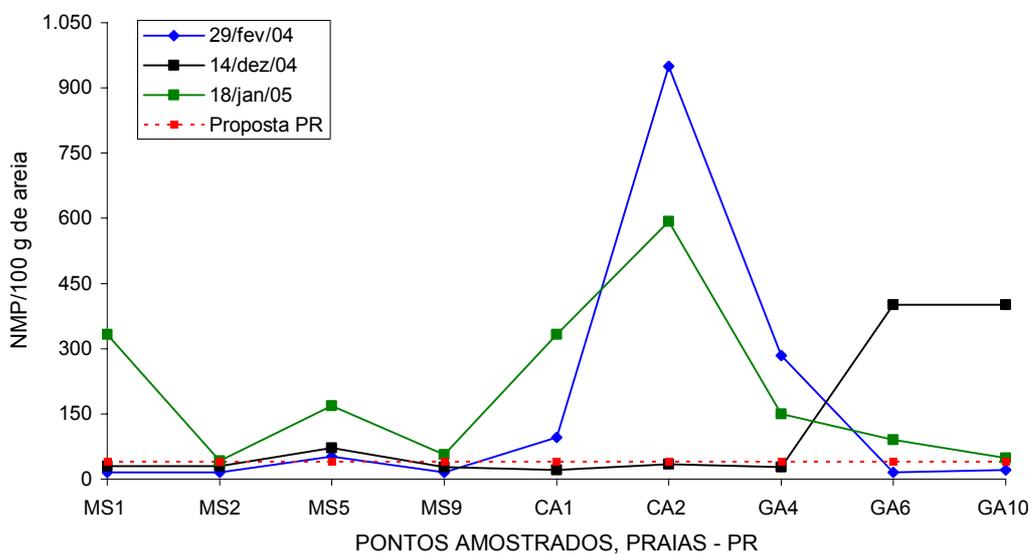


FIGURA 34 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia seca das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$ .

#### 4.2.2.1.3 Enterococos

Observou-se que em todos os pontos amostrados e independentemente da época a densidade de ENT, (FIGURA 35 e ANEXOS 21 e 24), manteve-se superior ao índice estabelecido pela proposta do Paraná (TABELA 4). Estes resultados demonstraram que este grupo de bactérias sobrevive e se multiplica na areia seca indicando o fenômeno da bioacumulação (MANCINI et al., 2005). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 36.

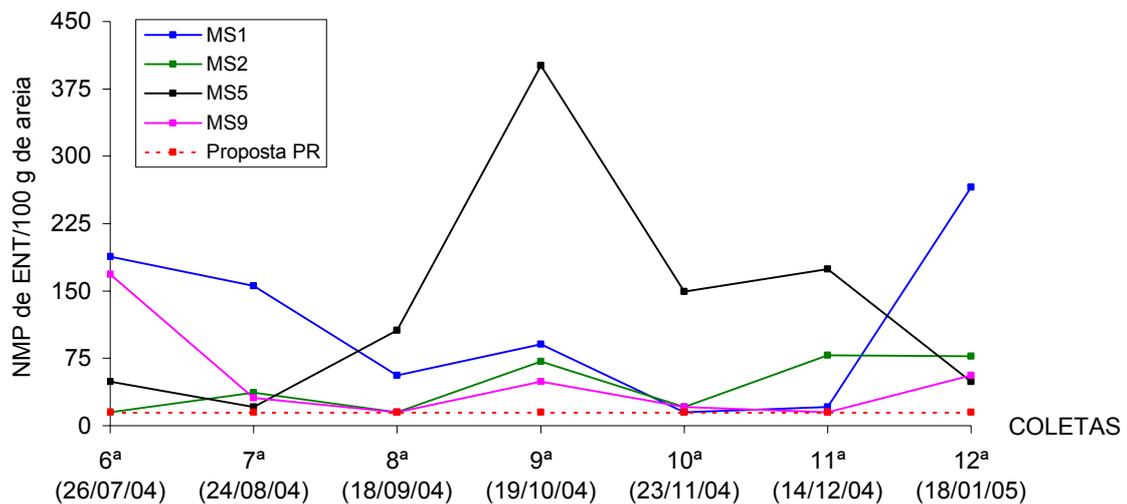


FIGURA 35 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca, praia de Matinhos-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

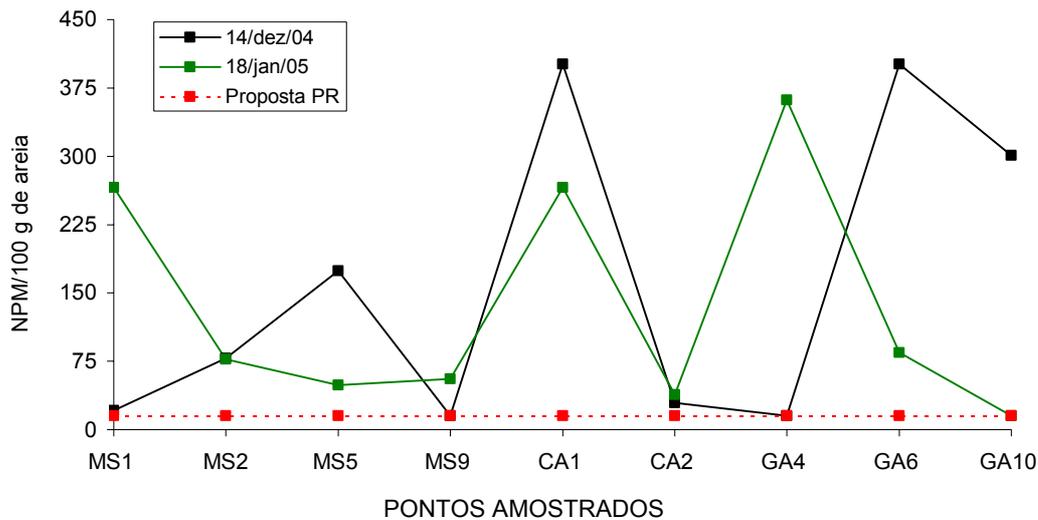


FIGURA 36 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca das praias de Matinhos, (MS1, MS2, MS5 e MS9), Caiobá (CA1 e CA2) e Guaratuba (GA4, GA6 e GA10), verão 2004/2005. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$ .

#### 4.2.2.2 Praia de Caiobá

##### 4.2.2.2.1 Coliformes totais (CT)

Os pontos CA1 e CA2 apresentaram incidência de amostras 33,3% superiores à proposta do Paraná. Além disso, verificou-se que as maiores densidades foram constatadas nas coletas de verão (FIGURA 37 e ANEXOS 19 e 22). Comparando-se com a Resolução do Rio de Janeiro o ponto CA1 apresenta-se superior ao limite em 25,0% e CA2 em 33,3%.

O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 32.

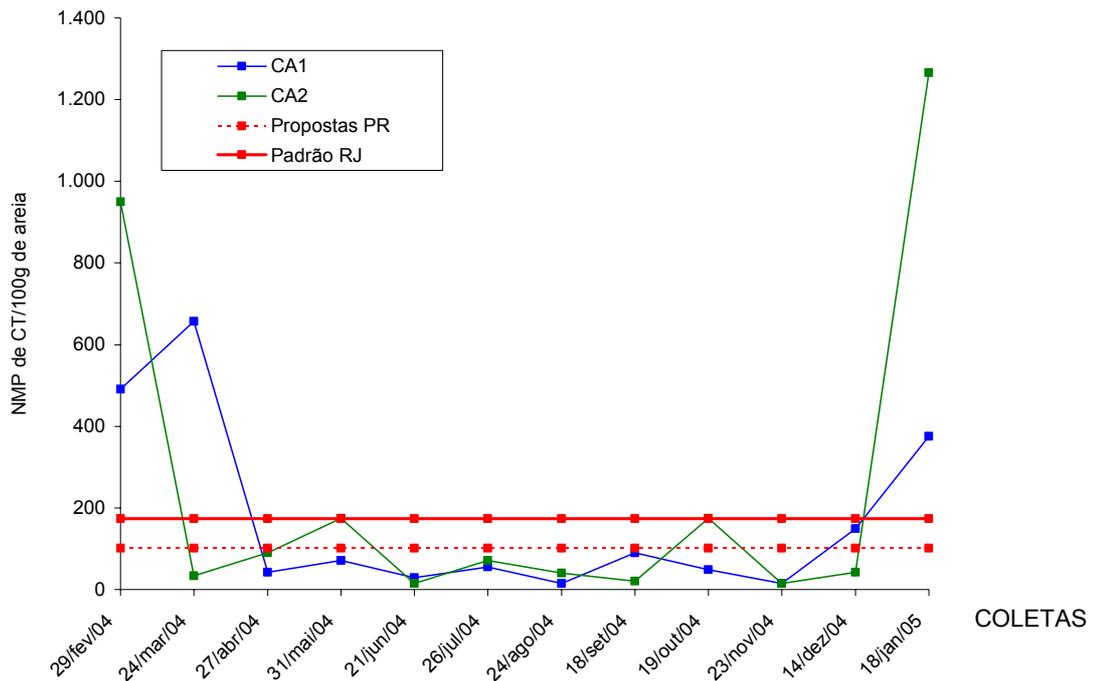


FIGURA 37 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.2.2.2 *E. coli* (EC)

A densidade de EC na areia das praias de Caiobá foi aproximada nos dois pontos monitorados, com 41,6% e 33,3%, respectivamente, para os pontos CA1 e CA2 das coletas superiores à proposta do Paraná. Fica evidente a elevada densidade de EC nas coletadas do verão (FIGURA 38 e ANEXOS 20 e 23). O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 34.

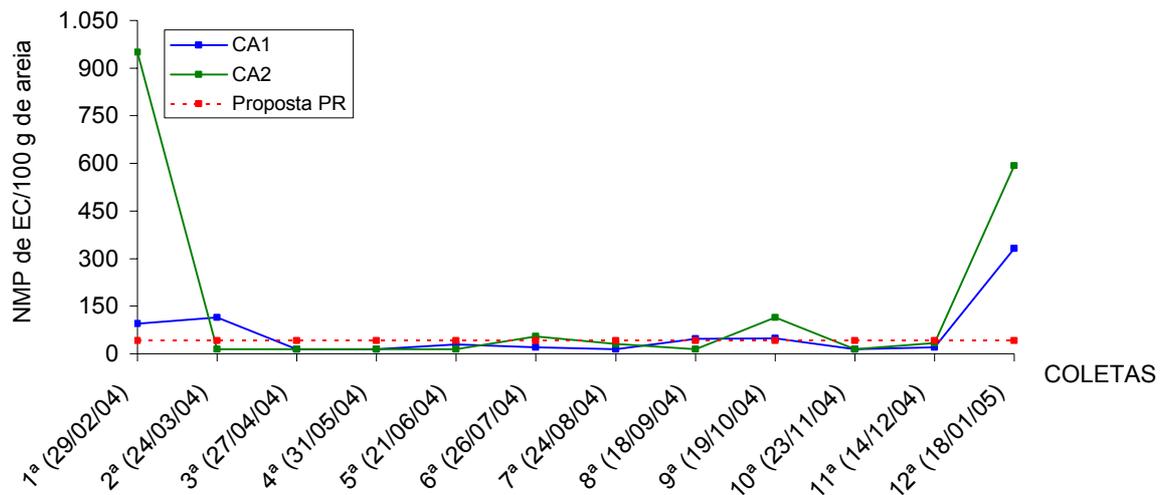


FIGURA 38 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia seca, praia de Caiobá-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.2.2.3 Enterococos (ENT)

De forma similar ao observado em todos os pontos na praia de Matinhos, os dois pontos CA1 e CA2 também foram superiores ao índice estabelecido pela proposta do Paraná. Além disso, destaca-se a elevada densidade desse índice, no ponto CA1, nas coletas de verão (FIGURA 39 e ANEXOS 21 e 24). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 36.

#### 4.2.2.3 Praia de Guaratuba

##### 4.2.2.3.1 Coliformes totais (CT)

Foram constatadas na praia de Guaratuba que as densidades de CT ultrapassaram os limites estabelecidos pela proposta do Paraná em 58,3%; 25,0% e 25,07%, respectivamente, para os pontos GA4, GA6 e GA10 (FIGURA 40 e ANEXOS 19 e 22). Comparando-se com a Resolução do Rio de Janeiro os valores ultrapassam o limite em: 33,3%, 25,0% e 16,6%, respectivamente para os pontos GA4, GA6 e GA10. O maior valor encontrado, na época do verão, nessa praia foi

300.000 NMP/100mL, constatado no ponto GA4 (ANEXO 7), o qual é sessenta vezes superior ao dobro do índice estabelecido para água. Os dados demonstraram que as maiores concentrações de CT estão, predominantemente, concentradas nas coletas realizadas no verão para o ponto GA4 e nos outros pontos, GA6, coleta out/04 e GA10, nas coletas de fev/04, out/04 e dez/04. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 32.

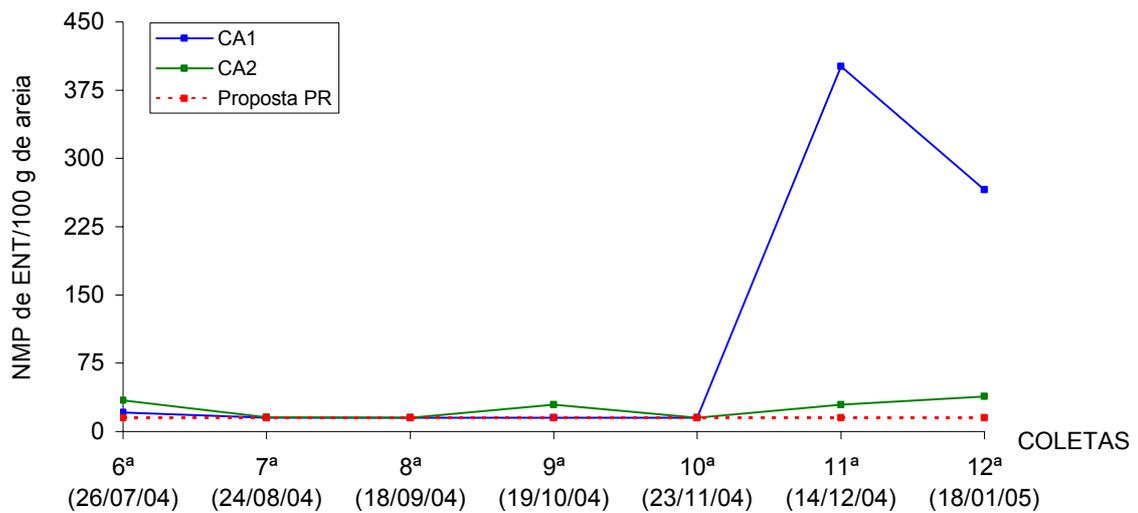


FIGURA 39 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca, praia de Caiobá-PR.

Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

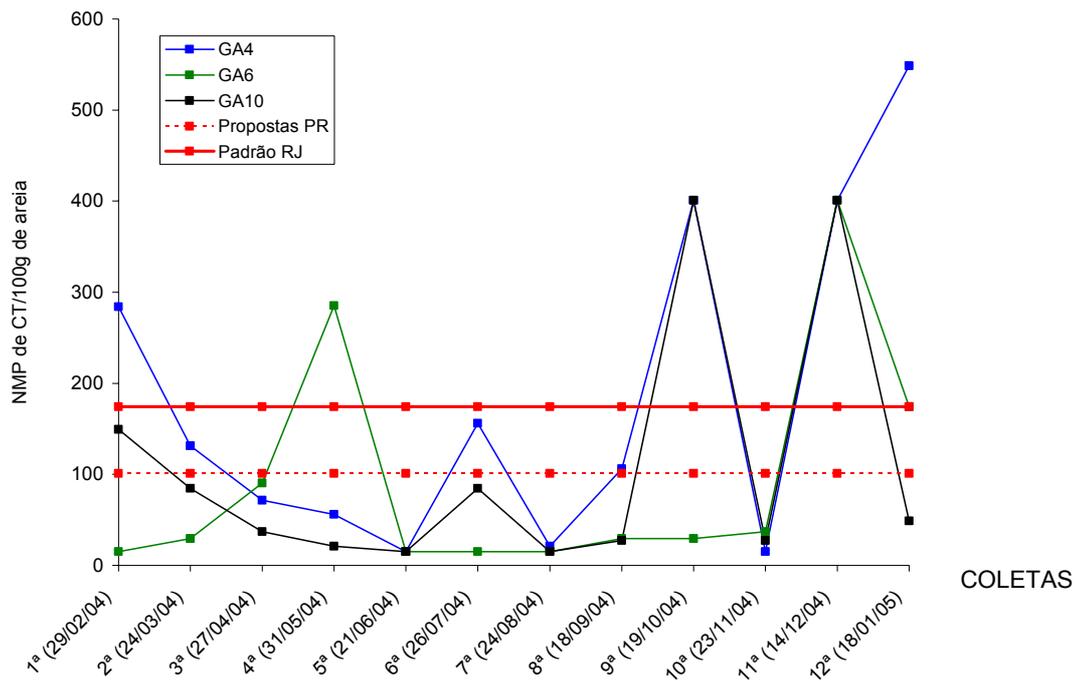


FIGURA 40 - Densidade de Coliformes totais (CT) na areia seca, praia de Guaratuba-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.2.3.2 *E. coli* (EC)

Densidade de EC/100 g de areia seca, superior ao limite proposto para o estado do Paraná foi constatada em 41,6%, 25,0% e 33,3%, respectivamente, para os pontos GA4, GA10 e GA6. De forma similar aos demais pontos monitorados, a maior densidade concentrou-se na estação do verão (FIGURA 41 e ANEXOS 20 e 23). O período de avaliação na estação de verão é apresentado na FIGURA 34.

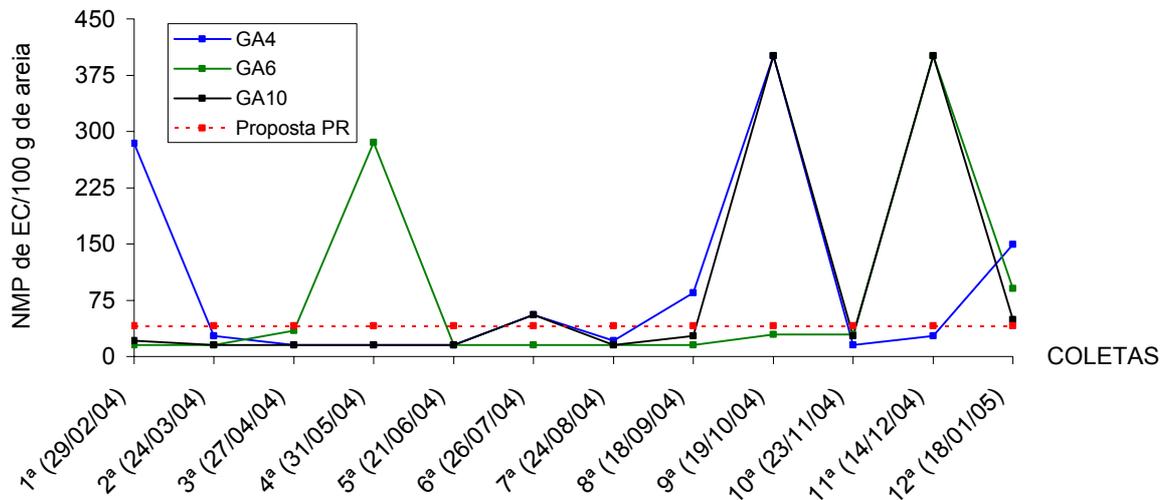


FIGURA 41 - Densidade de *E. coli* (EC) na areia seca, praia de Guaratuba-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.2.2.3.3 Enterococos (ENT)

A aplicação da proposta do estado do Paraná demonstrou que todas as praias monitoradas em todas as épocas apresentaram índices de ENT superiores (FIGURA 42 e ANEXOS 21 e 24). Além disso, verifica-se que em cada um dos pontos (GA4, GA6 e GA9) o valor mais alto foi 160.000NMP/100 g de areia seca, o que representou um valor 800 vezes superior ao limite previsto na proposta do estado do Paraná. O período de avaliação na estação do verão é apresentado na FIGURA 36.

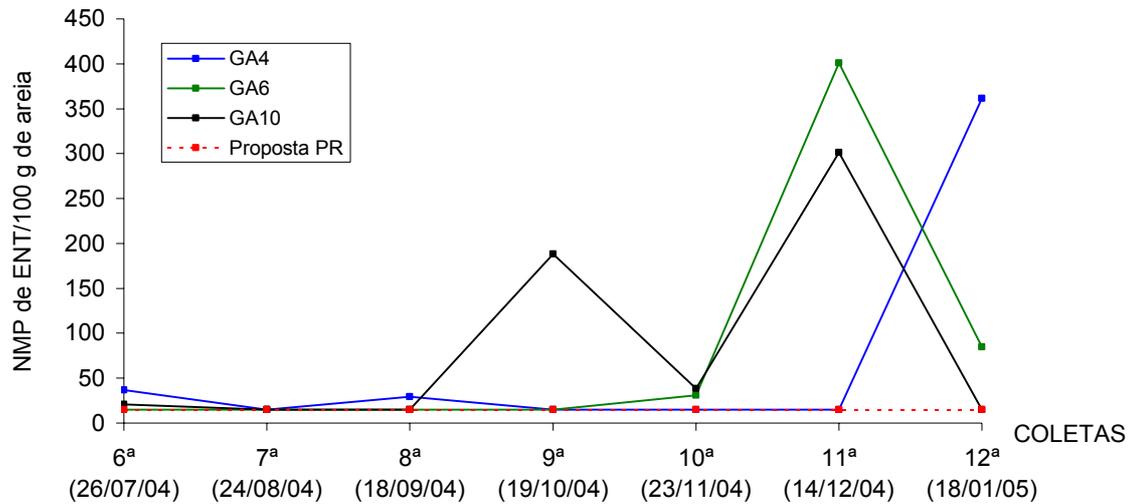


FIGURA 42 - Densidade de Enterococos (ENT) na areia seca, praia de Guaratuba-PR. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

#### 4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS AMBIENTES: AREIA ÚMIDA E AREIA SECA

Comparando-se a densidade de CT/100 g de areia, nos dois ambientes: areia úmida e seca, respectivamente (FIGURAS 19 e 31) verificou-se que na praia de Matinhos, em todos os pontos monitorados, os valores médios absolutos encontrados na areia seca foram superiores aos encontrados na areia úmida. Além disso, os dados mostram que a superioridade variou de 66,7% a 91,7%, respectivamente, para os pontos MS2 e MS5.

Na praia de Caiobá, os valores médios absolutos também confirmaram a presença de maiores densidades de CT/100 g de areia, no ambiente areia seca (FIGURAS 37). Corroborando com esses valores verificou-se que foi constatada a superioridade do parâmetro CT entre 58,3% (CA1) e 75% (CA2) das coletas no ambiente areia seca.

De forma similar às duas outras praias, a de Guaratuba também apresentou densidade absoluta de CT/100 g de areia superior na areia seca (FIGURA 40) em relação à areia úmida (FIGURA 28), o que também foi confirmado pela superioridade na maior parte das coletas realizadas. Os pontos GA4 e GA6 apresentaram

densidades, iguais ou superiores, respectivamente, 58,3% e 50% para a areia seca. Entretanto, o ponto GA10 a densidade foi superior, no ambiente areia seca, em 100% das coletas.

Considerando-se que a possibilidade de contato da água do mar com a areia seca é menos freqüente, ocorrendo com a maré alta, esse fato não explica a maior densidade de CT/100 g no ambiente areia seca, muitas vezes superior à areia úmida. Por outro lado, verificou-se que na areia seca (ANEXO 25) o teor de umidade, fundamental para atividade das bactérias, foi em média 10% do valor determinado na areia úmida (ANEXO 26). Apesar deste fato, fica evidente o fenômeno da bioacumulação de CT nesse ambiente. Além disso, verificou-se que entre os parâmetros químicos: pH, Al, C, P, K, Ca, Mg e Na (ANEXOS 29 a 48) e físicos: areia, silte e argila (ANEXOS 27 e 28) nos dois ambientes não houve diferenças significativas entre as épocas de amostragem.

A permanência de bactérias heterotróficas, no meio depende da existência de condições favoráveis, entre elas destacam-se: matéria orgânica, umidade e temperatura. As maiores densidades encontradas em um ambiente específico, segundo THOMASON et al. (1977) e RUSS e YANKO (1981) ressaltaram que são afetadas pela quantidade de nutrientes orgânicos, pela presença de microbiota competitiva e fatores físico-químicos. Dessa forma, a introdução de matéria orgânica nas areias pelos banhistas, através de alimentos tais como massas, carnes, frutas e verduras e também de partes do corpo como cabelos, unhas e escamações da pele favorecem a sobrevivência das bactérias. Há também a participação dos animais domésticos como cachorros e gatos, através de suas fezes. Além dos prováveis contribuintes já mencionados há também a participação da atividade pesqueira na qual peixes, crustáceos e vísceras são lançados na superfície da areia. Todo esse material deixado na areia da praia serve para manutenção e elevação da densidade de bactérias durante praticamente todo ano, independente da estação do ano, contribuindo assim para o fenômeno da bioacumulação, conforme citado por MANCINI et al., (2005)

Outro fator que favorece à elevação da densidade de bactérias na areia seca é a ausência de revolvimento mecânico das areias, dessa forma a ação da radiação ultra-violeta, conseqüentemente o efeito bactericida é restrito aos primeiros centímetros da superfície, não influenciando nas camadas mais profundas. Por outro

lado, a ação da temperatura é restrita ao verão, porém as bactérias estudadas são termotolerantes, o que dificulta a eliminação.

#### 4.4 CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS NOS AMBIENTES: ÁGUA, AREIA ÚMIDA E AREIA SECA.

Os cálculos dos coeficientes de correlação de Pearson (TABELA 5) revelaram significância ao nível de 5 % de probabilidade, no ambiente água, para os parâmetros CT x EC ( $r = 0,84^*$ ), EC x ENT ( $r = 0,72^*$ ) e CT x ENT ( $r = 0,70^*$ ). A correlação CT x EC é confirmada por NOBLE et al. (2003) nas praias da Califórnia - USA, quando obtiveram ( $r = 0,83 - 0,86$ ). Para todos esses parâmetros eram previstas correlações, pois o grupo do CT inclui a espécie *E. coli*. Os resultados também destacam a interação significativa entre os parâmetros EC e ENT ( $r = 0,72^*$ ), pois os mesmos têm origem fecal. De forma similar, a correlação CT x ENT ( $r = 0,70^*$ ) pode ser explicada pela mesma origem, ou seja, fecal.

No ambiente areia úmida a interação foi inferior à observada para o ambiente água, pois foi encontrada significância apenas para a interação entre os parâmetros CT x EC ( $r = 0,64^*$ ), mesmo assim, destacando-se a inter-relação entre esses dois parâmetros. Estes mesmos parâmetros, CT x EC ( $r = 0,710^*$ ), correlacionaram-se no ambiente areia seca.

Uma análise da interação entre os ambientes: água x areia úmida revelou que a interação CT x ENT ( $r = 0,70^*$ ) foi significativa, o que também já era esperado, pois a *E. coli* é uma das bactérias que integra o grupo dos Coliformes totais .

Comparando-se os ambientes: água x areia seca verifica-se que houve correlação entre os parâmetros EC x CT ( $r = 0,71^*$ ). De forma similar nos ambientes areia úmida x areia seca, constatou-se que houve correlação significativa apenas entre os parâmetros EC x CT ( $r = 0,699^*$ ). Os dados obtidos nesta pesquisa são contrários aos encontrados pela ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA (2002), que não obtiveram correlação entre os ambientes anteriormente citados para os parâmetros CT, EC e ENT, nas praias de Portugal. Estes resultados indicam que o ambiente areia seca tem parte da composição microbiológica, qualitativa e quantitativa, independente dos demais, reforçando o fenômeno da bioacumulação.

Nenhuma correlação significativa foi constatada entre os parâmetros microbiológicos (CT, EC e ENT) e os parâmetros físico-químicos (pH, Al, Ca, Mg, P, K, Na, C, CTC e H+Al) nas areias, úmida e seca (ANEXOS 49 e 50), demonstrando assim que a maior sobrevivência das bactérias, principalmente na areia seca, não está exclusivamente associada à disponibilidade de nutrientes minerais.

Verificou-se também que nos ambientes areia úmida e areia seca as condições de pH próximo ao neutro, oscilaram entre 6,0 e 6,7 (ANEXOS 29 e 39), média de doze leituras, foram favoráveis à sobrevivência das bactérias avaliadas, uma vez que os extremos de alcalinidade (pH > 8) e acidez (pH <6) são desfavoráveis (ESTRADA et al., 2004).

Além disso, verificou-se que os valores de C orgânico (ANEXOS 30 e 40) oscilaram entre 1,5 e 1,7%, média de doze leituras, nos dois ambientes areia seca e areia úmida, e não demonstraram diferenças significativas, ou seja, não representaram fator limitante para sobrevivência das bactérias.

TABELA 5. Coeficientes de correlação de 1<sup>o</sup> grau (Pearson) entre os parâmetros microbiológicos Coliformes totais (CT), *Escherichia coli* (EC) e Enterococos (ENT) nos ambientes: água, areia úmida e areia seca do litoral Estado do Paraná (2004/2005).

Ambientes	Bactérias	Água			Areia úmida			Areia seca		
		CT	EC	ENT	CT	EC	ENT	CT	EC	ENT
Água	CT	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
	EC	0,840*	1,000	-	-	-	-	-	-	-
	ENT	0,700*	0,720*	1,000	-	-	-	-	-	-
Areia úmida	CT	0,230 NS	0,640*	0,200 NS	1,000	-	-	-	-	-
	EC	-0,004NS	-0,030 NS	0,190 NS	0,640*	1,000	-	-	-	-
	ENT	0,700*	0,044 NS	0,176 NS	0,200 NS	0,190 NS	1,000	-	-	-
Areia seca	CT	-0,080 NS	0,710*	0,160 NS	0,005 NS	0,699*	0,033 NS	1,000	-	-
	EC	-0,060 NS	-0,040 NS	0,160 NS	-0,023 NS	-0,020 NS	0,111 NS	0,710*	1,000	-
	ENT	-0,090 NS	-0,103 NS	-0,050 NS	-0,071 NS	-0,068 NS	0,030 NS	0,160 NS	0,160 NS	1,000

Observação.

CT = Coliformes totais; EC= *E. coli*; ENT = Enterococos

NS = Não Significativo

\* = significativo ao nível de 5%

## 5. CONCLUSÕES

1. As condições sanitárias das águas e areias das praias são influenciadas pela estação do ano, com maior comprometimento no verão.
2. A areia seca apresentou contaminação superior à areia úmida.
3. A contaminação da areia seca não ocorre exclusivamente pela água do mar, demonstrando o fenômeno da bioacumulação de bactérias neste ambiente.
4. O parâmetro Enterococos (NMP/100 mL) de água ou (NMP/100 g) de areia mostrou-se como o mais restritivo dos indicadores.
5. Com os dados obtidos é possível fazer uma proposta preliminar aos órgãos ambientais para avaliação da condição microbiológica da areia seca das praias do Paraná.

## 6. RECOMENDAÇÕES

- De acordo com os resultados obtidos, para areia seca, se faz necessário o revolvimento mecânico da mesma, para melhorar os seus aspectos microbiológicos.
- É necessário o levantamento epidemiológico, pela Secretaria Estadual ou Municipal de Saúde, dos freqüentadores das praias do litoral do Paraná na estação do verão, para que os limites dos parâmetros microbiológicos propostos sejam aferidos.
- Sugerir ao IAP e aos demais órgãos ambientais que realizem um programa de Educação Ambiental no sentido de mostrar aos veranistas a importância de não enterrar lixo nas areias; minimizar a presença de animais nas areias e manter distância de eventuais lançamentos de esgotos que possam ocorrer na praia.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. **Introduction of soil microbiology**. New York: John Wiley & Sons, 1977, 467 p.
- ALM, E. W., BURKE, J.; SPAIN, A., Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. **Water Research**, Michigan. n.37, p 3978-3982, 2003.
- AMBIENTEBRASIL. **Balneabilidade**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/aqua/salgada>>. Acesso em: 15/03/2005.
- ANDRAUS, S., MEDEIROS, M. L. B., BORGES, J. C., SILVA, S. M. C. P., TOLEDO, E. B. S. Agentes patogênicos- Bactérias entéricas. In: **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções**. ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. Curitiba, Sanepar, 1999. p.126-155.
- APHA- American Public Health Association. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater**. 20. ed. Washington, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Qualidade microbiológica de areias de praias litorais: Relatório Final**. Alfragide: Instituto do Ambiente, 2002. 57 p. Relatório Técnico.
- BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D., NASCIMENTO, L. E., CARVALHO, G. R. M., SILVA, C. V. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, 2000. Porto Alegre: AIDIS. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. (CD-ROM).
- CERQUEIRA, D.A.; BRITTO, L. L. A.; GALINARI, P. C.; AMARAL, G. C. N. Perfis de ocorrência de coliformes termotolerantes e *E. coli* em diferentes amostras de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABESA, 1999b, p. 1239-1244 (CD room).
- CETESB. **Balneabilidade das Praias Paulistas**. São Paulo, 2004. 37p.
- CETESB. **Estudo epidemiológico: ocorrência de distúrbios gastrointestinais em banhistas e sua correlação com a qualidade sanitária das águas das praias**. São Paulo, 1998.
- CETESB. **Helmintos e Protozoários Patogênicos contagem de ovos e cistos em amostras ambientais**..São Paulo, 1989 (Norma Técnica L5.550).

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Proposta de directiva do parlamento europeu e do conselho relativa à qualidade das águas balneares.** Bruxelas, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE RESOLUÇÃO nº 274 de 29 de novembro de 2000. Estabelece a classificação das águas doces, sobras e salinas essencial á defesa dos níveis de qualidade avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 de nov. 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO nº 20 de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 de jun. 1986. p. 11-356.

COOLS, D., MERCKX, R., VLASSAK, C., VERHAEGEN, J. Survival of *E. coli* and *Enterococcus* spp. Derived from pig slurry in soils of different texture. **Appl. Soil Ecol.** v.17, p. 53-62, 2001.

DAZZO, F., SMITH, P., HUBBEL, D. The influence of manure slurry irrigation on the survival of faecal organisms in Sranton fine sand. **J. Environ. Qual.** v.2, p. 470-473, 1973.

ELLIS, J. R., McCLLA, T. Fate of pathogens in soils receiving animal wastes.. Chicago, 1976 (Paper nº 76-2560. Winter Meeting). **American Society of Agricultural Engineers**

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do litoral do Paraná, área 11:** informe preliminar. Curitiba, 1977. 128 p. (Boletim técnico, 54).

EPA – Environmental Protection Agency. **Helth Effects of Land Application of Municipal Sludge.** EPA/1 – 85/015., 1985.

ESTRADA, I. B.; ALLER, A.; ALLER, F.; GÓMEZ, X.; MORÁN, A. The survival of *Escherichia coli*, faecal coliforms and enterobacteriaceae in general in soil treated with sludge from wastewater treatment plants. **Biosource Technology**, Leon-Spain, v. 93, p. 191-198, 2004.

GABUTTI, G., DONNO, A. DE., BAGORDO. F., MONTAGNA, M. T. Compative Survival of faecal and Human Contaminants and Use of *Staphylococcus aureus* as an Effective Indicator of Human Pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40. n. 8, p. 697-700, 2000.

- GERBA, C. P.; WALLIS, C.; MELNICK, J. L. Fate of wastewater bacteria and viruses in soil. **J. Irrig. Drain.** p. 157-174, 1975.
- HATTORI, T.; HATTORI, R. The physical environment in soil microbiology: an attempt to extend principles of microbiology to soil microorganisms. **Critical Reviews Microbiology**, Boca Raton, v.4, p. 423-461, 1976.
- HEIJEN, C. E.; VAN VENN, J. A. A determination of protective microhabitats for bacteria introduced into soil. **Fems Microbial Ecology**, v. 83, p. 73-80, 1991.
- HUGHES, K. A. Aerial dispersal and survival of sewage-derived faecal coliforms in Antarctica. **Atmospheric Environment**, v. 37, p. 3147-3155, 2003.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANA. Manual para coletas e preservação de águas, solo, efluentes e animais. Curitiba, 2004, 24p.
- KROGH, M.; ROBINSON, L. Environmental Variables and their Association with Faecal Coliform and Faecal Streptococci Densities at Thirteen Sydney Beaches. **Marine Pollution Bulletin**, Sydney, v. 33, n. 7-12, p 239-248, 1996.
- LIMA, R. E.; NEGRELLE, R. R. B. **Meio Ambiente e desenvolvimento do litoral do Paraná: diagnóstico**. Curitiba: UFPR, c 1988. 266 p.
- MACHADO, M. A. M. Procedimentos metodológicos em física dos solos relacionados ao manejo dos solos. In: LIMA, M. R.; SIRTOLI, A. E.; SERRAT, B. M.; WISNIEWISKI, C.; ALMEIDA, L.; MACHADO, M. A. M.; MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V.; KRIEGER, K. I.; OLIVEIRA, A. C.; FERREIRA, F. V. **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas**. 2ª. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2003. p 103-122.
- 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.
- MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V. Análise química de solo para fins de fertilidade. In: LIMA, M. R.; SIRTOLI, A. E.; SERRAT, B. M.; WISNIEWISKI, C.; ALMEIDA, L.; MACHADO, M. A. M.; MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V.; KRIEGER, K. I.; OLIVEIRA, A. C.; FERREIRA, F. V. **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas**. 2ª. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2003. p 81-102.

- MENDES, B.; NASCIMENTO, M. J.; OLIVEIRA, J. S. Preliminary characterization and proposal of microbiological quality standard of sand beaches. Lisboa, **Wat. Sci. Tech.** v. 27, n:3-4, p. 453-456, 1993.
- MENDES, B.; URBANO, P.; ALVES, C.; LAPA, N.; MORAIS, J.; NASCIMENTO, J. & OLIVEIRA, J. F. S. Sanitary quality of sands from beaches next term of azors islands. Lisboa. **Wat. Sci. Tech.**, v. 35, n. 11-12, p. 147-150, 1997.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2002, 625 p.
- NOBLE, R. T.; LEECASTER, M. K.; MCGEE, C. D. WEISEBERG, S. B.; RITTER, K. Comparision of Total Coliform, Fecal Coliform, and Enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. **Water Research**, Califórnia, v. 37, p. 1637-1643, 2003.
- PELCZAR, M.; REID, R. S.; CHAN, E. S. C. **Microbiologia: Conceitos e aplicações**. 2ª. Ed. São Paulo, Makron Books, 1996.
- REINHART, N. M. **Condições Sanitárias e classificação das águas do mar destinadas a balneabilidade de praias do Estado do Paraná**. São Paulo: USP, 1980. (Tese de doutorado).
- RUSS, C. F.; YANKO, W, A. Factors affecting *Salmonellae* repopulation in compost sludges. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 41, p.597-602, 1981.
- SANCHEZ, P.S.; AGUDO, E. G.; CASTRO, F. G.; ALVES, M. N.; MARTINS, N. T. Evaluation of the Sanitary quality of Marine Recreational Waters and Sands from Beaches of the São Paulo State. Brazil. **Water Science Technology**, v.18, n.10, p. 61-72, 1986.
- SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO n. 81 de 28 de dezembro de 2000. Limites máximos de colimetria a serem utilizados na classificação da areia para recreações de contato primário. **Diário oficial do município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 28 dez. 2000.
- SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H.M.; FLEMING, L. E.; ELMIR, S. Monitoring marine recreational water quality using múltiple microbial indicators in a urban tropical environment. **Water Research**, Miami, v. 38, p. 3119-3131, 2004.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras: MEC/ABEAS/ESAL/FAEPE, 1988. 236 p.

- 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, 1998.
- STOTZKY, G. Gene transfer among bacteria in soil. In: Levy, S., Miller, E. (Ed.). **Gene Transfer in the Environment**. New York, McGraw-Hill, 1989. p. 165-222.
- TATE, R. L. Cultural and environmental factors affecting the longevity of *Escherichia coli* in Histosols. **Applied and Environmental Microbiology**, v.35, p. 925-929. 1978.
- THOMASON, B. M. DODDE, D. J.; CHERRY, W. B. Increased recovery of *Salmonella* from environmental samples enriched with buffered peptone water. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 34, n. 3, p. 270-273, 1977.
- TORTORA, G.I.; FUNKE, B. R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 6 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2002. 1465p.
- 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.
- VIEIRA, R. H. S. dos F.; RODRIGUES, D. P.; MENEZES, E.; EVANGELISTA, N. S. DE S.; REIS, E. M. F.; BARRETO, L. M. & GONÇALVES, F. A. Microbial Contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil **Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 32, n. 2. p. 77-80, 2001.
- VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for Safe Recreational Water Environments**. Geneva, 2003. v.1. Coastal and Fresh Waters.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health-based monitoring of recreational waters: the feasibility of a new approach (The 'Annapolis Protocol')**. Geneva, 1999.
- WILLIAMSON, D. A.; RALLEY, W. E.; BOURNE, A.; Armstrong, N.; Fortin, R. & Hughes, C. E. **Principal factors affecting *Escherichia coli* at Lake Winnipeg Beaches**, Manitoba, 2004. Relatório Técnico Manitoba water stewardship n. 2004-01.

ANEXO 1. 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 nº 81 de 28 de dezembro de 2000.

Classificação	Coliformes (NMP/100 g)	Totais Coliformes Fecais (NMP/100 g)
****	até 10.000	até 10
***	> 10.000 a 20.000	> 10 a 200
**	> 20.000 a 30.000	> 200 a 400
*	acima de 30.000	acima de 400

ANEXO 2. Limites propostos para qualidade microbiológica de areia (Portugal)

Parâmetros	Valor/g	Frequência de amostragem
Coliformes totais	10.000	Bimensal
Coliformes fecais	1.000	Bimensal
Estreptococos fecais	100	Bimensal
<i>Candida</i> sp	10	Bimensal

Fonte: Mendes et al. (1993).

ANEXO 3. Tabela 9221IV. Índice de NMP e limite de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos quando utilizados cinco tubos por diluição (10 mL, 1 mL e 0,1 mL) (APHA, 1998).

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Lower Upper		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Lower Upper	
		Lower	Upper			Lower	Upper
0-0-0	<2	—	—	4-2-0	22	9.0	56
0-0-1	2	1.0	10	4-2-1	26	12	65
0-1-0	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-2-0	4	1.0	13	4-3-1	33	15	77
				4-4-0	34	16	80
				5-0-0	23	9.0	86
1-0-0	2	1.0	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1.0	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
1-2-0	6	2.0	18	5-1-2	60	30	180
				5-2-0	50	20	170
2-0-0	4	1.0	17	5-2-1	70	30	210
2-0-1	7	2.0	20	5-2-2	90	40	250
2-1-0	7	2.0	21	5-3-0	80	30	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-1	110	40	300
2-2-0	9	3.0	25	5-3-2	140	60	360
2-3-0	12	5.0	29				
				5-3-3	170	80	410
3-0-0	8	3.0	24	5-4-0	130	50	390
3-0-1	11	4.0	29	5-4-1	170	70	480
3-1-0	11	4.0	29	5-4-2	220	100	580
3-1-1	14	6.0	35	5-4-3	280	120	690
3-2-0	14	6.0	35	5-4-4	350	160	820
3-2-1	17	7.0	40				
				5-5-0	240	100	940
4-0-0	13	5.0	38	5-5-1	300	100	1300
4-0-1	17	7.0	45	5-5-2	500	200	2000
4-1-0	17	7.0	46	5-5-3	900	300	2900
4-1-1	21	9.0	55	5-5-4	1600	600	5300
4-1-2	26	12	63	5-5-5	≥1600	—	—

## ANEXO 4. Caldo Fluorocult LMX –Merck ref. 1.106620

Reagente	Quantidade (g/L)
Triptose	5,0
Cloreto de sódio	5,0
Sorbitol	1,0
Triptofano	1,0
di-hidrogenofosfato potássico	2,0
Hidrogenofosfato di-potássico	2,7
Laurilsulfado de sal sódico	0,1
5-bromo-4-cloro-3-indolyl- $\beta$ -D-Galactopiranosideo(X-GAL)	0,08
4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glicuronídeo (MUG)	0,05
1-Isopropil - $\beta$ - D-1- tiogalactopiranosideo	0,01

Dissolver 17 g/L; ajustar para pH 6,8 $\pm$  0,2 e esterilizar a 121°C

## ANEXO 5. Caldo Chromocult – Merck ref. 1.10294

Reagente	Quantidade (g/L)
Peptona	8,6
Cloreto de sódio	6,4
Azida de sódio	0,6
5-bromo-4-cloro-3-indolil- $\beta$ - D-glicopiranosideo (X-GLU)	0,04
Tween-80	2,2

Dissolver 18 g/L, ajustar para pH 7,5 $\pm$  0,2; e esterilizar 121°C

## ANEXO 6. Água fosfatada\*

Soluções	Quantidade (mL/L)
Solução estoque A* (fosfato monopotássico 34 g/L)	1,25
Solução estoque B (Cloreto de magnésio p.a 81 g/L)	5,0

\*pH final 7,2  $\pm$  0,1; esterilizar a 121°C

ANEXO 7. Densidade de coliformes totais (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	170.000	14.000	160.000	11.000	90.000	300	130	170	90.000	80.000	170.000	5.000
MS2	20	300	500	230	3.000	300	170	230	40	8.000	40	1100
MS5	20	300	300	500	20	80	110	130	70	110	70	700
MS9	170.000	17.000	22.000	3.000	3.000	5.000	800	170	3.0000	500.000	140.000	22.000
CA1	80	800	700	110	35.000	1.100	40	140	80	500	170	1300
CA2	2300	2.800	8.000	5.000	110	14.000	60	500	3.500	300	1.700	800
GA4	30.000	3.000	2.300	5.000	800	500	24.000	3.000	8.000	300	2.800	1.3000
GA6	80	170	300	140	220	500	170	130	1.700	500	110	500
GA10	50.000	50.000	300	390	140	300	40	500	30.000	500	700	230
Padrão	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 8. Densidade de *Escherichia coli* (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	11.000	2.300	13.000	11.000	22.000	2.300	130	130	90.000	50.000	80.000	2.200
MS2	20	40	20	230	2.300	70	40	130	40	8.000	40	1.100
MS5	20	80	110	500	20	80	80	80	40	40	40	230
MS9	17.000	1.700	1.100	30.000	17.000	300	130	170	24.000	130.000	70.000	700
CA1	20	20	20	110	28.000	1.100	40	80	80	300	1.770	500
CA2	800	110	90	5.000	110	1.400	60	500	3.500	80	1.300	800
GA4	1.100	30	230	5.000	230	230	22.000	1.100	5.000	70	2.200	5.000
GA6	80	20	40	140	170	230	170	80	300	130	80	230
GA10	5.000	1.100	20	390	110	230	40	230	24.000	130	500	230
Padrão	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 9. Densidade de enterococos (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná (2004/2005), dados originais.

Pontos	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	700	130	20	500	2.300	5.000	1.300
MS2	20	2.300	40	80	1100	20	70
MS5	40	40	20	80	20	20	40
MS9	170	80	80	500	5.000	3.000	300
CA1	110	130	80	40	40	20	80
CA2	3.000	20	40	500	20	230	230
GA4	230	300	500	170	70	130	800
GA6	20	300	80	40	20	40	40
GA10	20	130	130	5.000	20	40	20
Padrão	100	100	100	100	100	100	100

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 10. Densidade de coliformes totais (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	413	119	401	106	301	18	12	14	301	284	413	72
MS2	5	18	23	16	56	18	14	16	7	90	7	34
MS5	5	18	18	23	5	10	11	12	9	11	9	27
MS9	413	131	149	56	56	72	29	14	174	708	375	149
CA1	10	29	27	11	188	34	7	13	10	23	14	37
CA2	49	54	90	72	11	119	9	23	60	18	42	29
GA4	174	56	49	72	29	23	156	56	90	18	54	115
GA6	10	14	18	13	16	23	14	12	42	23	11	23
GA10	225	225	18	21	13	18	7	23	174	23	27	16
Padrão	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 11. Densidade de *Escherichia coli* (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	106	49	115	106	149	49	12	12	301	225	284	48
MS2	5	7	5	16	49	9	7	12	7	90	7	34
MS5	5	10	11	23	5	10	10	10	7	7	7	16
MS9	131	42	34	174	131	18	12	14	156	362	266	27
CA1	5	5	5	11	168	34	7	10	10	18	43	23
CA2	29	11	10	72	11	38	9	23	60	10	37	29
GA4	34	6	16	72	16	16	149	34	72	9	48	72
GA6	10	5	7	13	14	16	14	10	18	12	10	16
GA10	72	34	5	21	11	16	7	16	156	12	23	16
Padrão	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 12. Densidade de enterococos (NMP/100 mL) na água de algumas praias do litoral do Paraná (2004/2005), dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	27	12	5	23	49	72	37
MS2	5	49	7	10	34	5	9
MS5	7	7	5	10	5	5	7
MS9	14	10	10	23	72	56	18
CA1	11	12	10	7	7	5	10
CA2	56	5	7	23	5	16	16
GA4	16	18	23	14	9	12	29
GA6	5	18	10	7	5	7	7
GA10	5	12	12	72	5	7	5
Padrão	11	11	11	11	11	11	11

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 13. Densidade de coliformes totais (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	309.000	22.660	5.100	5150	14.280	31.200	2.652	200	5.150	1.352	5.150	2.392
MS2	200	408	412	2320	820	412	200	200	408	3.090	1.133	832
MS5	412	412	206	3090	200	206	208	200	1.339	204	1.326	1133
MS9	72.100	2.163	7.140	13390	1.750	2.266	412	3.090	1.751	1.133	14.420	13.520
CA1	82.400	2.884	206	620	400	5.150	206	204	13.260	206	206	22.660
CA2	8.240	1.122	412	2260	200	824	2.369	412	1.339	206	206	1.751
GA4	23.230	408	204	3060	200	206	1.133	1.133	22.440	408	164.800	1.339
GA6	1.133	816	206	410	200	927	927	30.600	163.200	816	204	206
GA10	21.420	11.220	200	200	200	200	416	206	8240	206	3.090	412

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 14. Densidade de *Escherichia coli* (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	22.660	412	204	200	14.280	13.520	2.142	206	2.163	832	1.751	2.392
MS2	206	204	206	1310	820	412	202	204	408	3.090	1.914	832
MS5	206	206	206	200	200	206	208	204	1.339	204	1.326	1.133
MS9	5.150	206	816	620	930	1.133	206	1.751	1.751	412	2.472	13.520
CA1	1.442	206	206	200	200	927	206	204	2.142	206	206	22.660
CA2	206	204	206	1.750	200	824	2.369	412	1.339	206	206	1.442
GA4	707	204	204	200	200	206	206	1.133	22.440	408	164.800	1.339
GA6	206	204	206	200	200	927	412	30.600	163.200	816	204	206
GA10	816	4	200	200	200	206	416	206	5.150	206	3.090	412

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 15. Densidade de enterococos (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	416	204	206	206	208	927	208
MS2	206	202	1122	204	1751	412	208
MS5	206	208	204	206	816	204	208
MS9	412	206	206	721	412	412	936
CA1	1133	206	204	714	206	206	2266
CA2	412	412	206	206	206	412	412
GA4	1133	206	206	408	408	721	206
GA6	206	206	204	714	714	408	206
GA10	206	208	206	1133	206	721	206

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 16. Densidade de coliformes totais (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	557	152	72	73	120	178	52	15	73	38	73	50
MS2	15	21	21	49	30	21	15	15	21	57	35	30
MS5	21	21	15	57	15	15	15	15	38	15	37	35
MS9	270	48	85	117	43	49	21	57	43	35	121	117
CA1	288	55	15	26	21	73	15	15	116	15	15	152
CA2	92	34	21	49	15	30	50	21	38	15	15	43
GA4	153	21	15	56	15	15	35	35	151	21	407	38
GA6	35	30	15	21	15	31	31	176	405	30	15	15
GA10	147	107	15	15	15	15	21	15	92	15	57	21
Padrão	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 17. Densidade de *Escherichia coli* (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	152	21	15	15	120	117	47	15	48	30	43	50
MS2	15	15	15	37	30	21	15	15	21	57	45	30
MS5	15	15	15	15	15	15	15	15	38	15	37	35
MS9	73	15	30	26	31	35	15	43	43	21	51	117
CA1	39	15	15	15	15	31	15	15	47	15	15	152
CA2	15	15	15	43	15	30	50	21	38	15	15	39
GA4	28	15	15	15	15	15	15	35	151	21	407	38
GA6	15	15	15	15	15	31	21	176	405	30	15	15
GA10	30	3	15	15	15	15	21	15	73	15	57	21
Padrão	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 18. Densidade de enterococos (NMP/100 g) na areia úmida de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	21	15	15	15	15	31	15
MS2	15	15	34	15	43	21	15
MS5	15	15	15	15	30	15	15
MS9	21	15	15	28	21	21	32
CA1	35	15	15	28	15	15	49
CA2	21	21	15	15	15	21	21
GA4	35	15	15	21	21	28	15
GA6	15	15	15	28	28	21	15
GA10	15	15	15	35	15	28	15
Padrão	15	15	15	15	15	15	15

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 19. Densidade de coliformes totais (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	200	28.000	170.000	220.000	700	160.000	22.000	7.000	50.000	400	800	170.000
MS2	1.300	400	1.400	500.000	200	800	2.200	24.000	160.000	200	1.700	8.000
MS5	43.000	800	800	80.000	22.000	50.000	200	5.000	160.000	50.000	30.000	28.000
MS9	808	2.600	110.000	23.000	2.300	160.000	13.000	30.000	2.300	200	700	3.000
CA1	240.000	430.000	1.700	5.000	800	3.000	200	8.000	2.300	200	22.000	140.000
CA2	900.000	1.100	8.000	30.000	200	5.000	1.515	400	30.000	200	1.700	1.600.000
GA4	80.000	17.000	5.000	3.000	200	24.000	400	11.000	160.000	200	160.000	300.000
GA6	200	800	8.000	80.800	200	200	200	800	800	1.300	160.000	30.000
GA10	22.000	7.000	1.300	400	200	7.000	200	700	160.000	700	160.000	2.300

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 20. Densidade de *Escherichia coli* (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	200	1.100	2.600	110.000	700	160.000	3.000	700	50.000	200	800	110.000
MS2	200	200	200	9.000	200	400	400	1.700	160.000	200	800	1.700
MS5	2.600	200	400	13.000	17.000	50.000	200	1.400	160.000	2.200	5.000	28.000
MS9	202	800	200	3.000	1.300	90.000	400	700	2.300	200	700	3.000
CA1	9.000	13.000	200	200	800	400	200	2.200	2.300	200	400	110.000
CA2	900.000	200	200	200	200	3.000	909	200	13.000	200	1.100	350.000
GA4	80.000	700	200	200	200	3.000	400	7.000	160.000	200	700	22.000
GA6	200	200	1.100	80.800	200	200	200	200	800	800	160.000	8.000
GA10	400	200	200	200	200	3.000	200	700	160.000	700	160.000	2.300

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 21. Densidade de enterococos (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados originais.

Pontos	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	35.000	2.4000	3.000	8.000	200	400	70.000
MS2	200	1.300	200	5.000	400	6.000	5.800
MS5	2.300	400	11.000	160.000	22.000	3.0000	2.300
MS9	2.8000	900	200	2.300	400	200	3.000
CA1	400	200	200	200	200	160.000	70.000
CA2	1.100	202	200	800	200	800	1400
GA4	1.300	200	800	200	200	200	130.000
GA6	200	200	200	200	900	16.0000	7.000
GA10	400	200	200	35.000	1.400	90.000	200

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 22. Densidade de coliforme totais (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$ .

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	15	168	413	470	27	401	149	85	225	21	29	413
MS2	37	21	38	708	15	29	48	156	401	15	42	90
MS5	208	29	29	284	149	225	15	72	401	225	174	168
MS9	29	52	333	153	49	401	115	174	49	15	27	56
CA1	491	657	42	72	29	56	15	90	49	15	149	375
CA2	950	34	90	174	15	72	40	21	174	15	42	1.266
GA4	284	131	72	56	15	156	21	106	401	15	401	549
GA6	15	29	90	285	15	15	15	29	29	37	401	174
GA10	149	85	37	21	15	85	15	27	401	27	401	49
Padrão	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 23. Densidade de *Escherichia coli* (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$

Pontos	29/fev/04	24/mar/04	27/abr/04	31/mai/04	21/jun/04	26/jul/04	24/ago/04	18/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	15	34	52	333	27	401	56	27	225	15	29	333
MS2	15	15	15	96	15	21	21	42	401	15	29	42
MS5	52	15	21	115	131	225	15	38	401	48	72	168
MS9	15	29	15	56	37	301	21	27	49	15	27	56
CA1	96	115	15	15	29	21	15	48	49	15	21	333
CA2	950	15	15	15	15	56	31	15	115	15	34	593
GA4	284	27	15	15	15	56	21	85	401	15	27	149
GA6	15	15	34	285	15	15	15	15	29	29	401	90
GA10	21	15	15	15	15	56	15	27	401	27	401	49
Padrão	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 24. Densidade de enterococos (NMP/100 g) na areia seca de algumas praias do litoral do Paraná, 2004/2005, dados transformados em  $\sqrt{x} + 1$ .

Pontos	26/jul/04	24/ago/04	28/set/04	19/out/04	23/nov/04	14/dez/04	18/jan/05
MS1	188	156	56	90	15	21	266
MS2	15	37	15	72	21	78	77
MS5	49	21	106	401	149	174	49
MS9	168	31	15	49	21	15	56
CA1	21	15	15	15	15	401	266
CA2	34	15	15	29	15	29	38
GA4	37	15	29	15	15	15	362
GA6	15	15	15	15	31	401	85
GA10	21	15	15	188	38	301	15
Padrão	15	15	15	15	15	15	15

#### Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

## ANEXO 25 . Valores mensais de umidade na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª
MS1	2,35	1,52	1,42	3,73	0,20	1,21	2,88	0,10	1,62	1,73	5,20	2,77
MS2	2,24	1,83	1,52	3,84	0,20	0,90	4,71	0,30	2,04	0,40	0,10	2,04
MS5	4,38	2,88	5,37	3,51	0,40	1,83	1,67	0,20	1,01	0,40	0,90	10,98
MS9	7,18	3,41	1,73	4,71	1,93	1,21	3,95	0,30	1,93	0,30	2,04	4,32
CA1	1,72	0,90	1,42	4,16	1,11	2,14	4,27	0,00	0,30	2,66	0,00	2,88
CA2	1,72	1,93	1,21	3,62	2,35	2,04	5,70	0,80	2,45	0,60	5,70	3,95
GA4	2,98	0,60	1,62	3,95	0,60	1,52	5,15	0,90	1,31	0,10	0,00	3,30
GA6	3,51	2,35	2,67	10,61	1,01	1,41	6,04	1,31	3,41	1,00	4,71	2,24
GA10	2,04	0,30	1,73	5,48	1,01	1,41	5,15	0,90	2,56	0,80	0,20	3,95

## Legenda.

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo , GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

## ANEXO 26. Valores mensais de umidade na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005.

PONTOS	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	26,26	23,15	10,86	22,10	16,14	20,06	11,60	21,21	20,48	23,00	22,10	22,85
MS2	15,60	20,04	21,80	9,17	22,24	20,91	9,89	16,00	14,02	18,48	21,06	24,06
MS5	22,54	22,24	21,95	24,22	19,90	23,15	20,33	14,94	21,21	20,19	20,48	23,30
MS9	23,15	21,21	10,74	18,48	22,69	23,30	22,10	19,61	21,06	23,30	21,50	24,22
CA1	23,60	22,39	22,25	22,85	20,19	23,50	24,53	12,48	19,61	20,77	22,39	23,15
CA2	23,76	20,33	21,80	22,85	21,35	23,00	22,39	21,80	20,19	19,65	21,35	23,45
GA4	10,01	18,34	18,06	19,04	22,54	22,85	20,19	21,21	19,76	20,48	22,85	20,48
GA6	19,33	16,41	23,00	22,39	20,33	21,95	24,54	19,33	19,90	19,47	20,04	20,62
GA10	12,23	11,35	4,71	20,04	14,94	22,85	26,10	18,76	20,48	19,61	22,39	21,50

## Legenda.

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo , GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 27. Análise granulométrica das amostras de areia úmida de alguns pontos das praias do litoral do Paraná

Pontos	Areia fina	Areia grossa	g.kg <sup>-1</sup>		
			Areia	Silte	Argila
MS1	320	680	1.000	0	0
MS2	220	780	1.000	0	0
MS5	320	680	1.000	0	0
MS9	140	860	1.000	0	0
CA1	380	620	1.000	0	0
CA2	380	620	1.000	0	0
GA4	120	880	1.000	0	0
GA6	100	900	1.000	0	0
GA10	220	780	1.000	0	0

ANEXO 28. Análise granulométrica das amostras de areia seca de alguns pontos das praias do litoral do Paraná

Pontos	Areia fina	Areia grossa	g kg <sup>-1</sup>		
			Areia	Silte	Argila
MS1	460	540	1000	0	0
MS2	280	720	1000	0	0
MS5	240	760	1000	0	0
MS9	240	760	1000	0	0
CA1	200	800	1000	0	0
CA2	300	700	1000	0	0
GA4	480	520	1000	0	0
GA6	60	940	1000	0	0
GA10	80	920	1000	0	0

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 29. Valores mensais e média de pH (CaCl<sub>2</sub>) na areia úmida do litoral do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	5,5	5,8	6,9	6,1	6,5	6,0	5,2	5,0	5,8	6,4	5,9	6,4
MS2	5,7	5,9	6,9	7,1	6,7	6,6	5,8	5,7	6,0	6,6	6,1	6,5
MS5	6,0	5,9	6,9	7,1	6,8	7,0	6,0	5,8	6,1	6,7	6,1	6,1
MS9	6,3	6,0	6,9	6,4	6,8	6,9	6,3	6,2	6,4	6,6	6,2	6,5
CA1	6,1	6,1	6,9	5,4	6,5	7,7	6,3	6,3	6,1	6,6	6,0	6,4
CA2	6,2	6,2	6,9	5,9	6,5	7,3	6,4	6,4	6,1	6,8	6,1	6,6
GA4	6,5	6,3	6,9	6,4	5,8	7,2	6,2	6,5	6,6	6,5	6,3	6,6
GA6	6,4	6,3	6,9	6,5	6,1	7,2	6,3	6,7	6,8	6,8	6,4	6,7
GA10	6,4	6,3	7,0	6,7	6,2	7,3	6,5	6,5	6,1	6,9	6,5	6,7

ANEXO 30. Valores mensais de carbono (C) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	1,5	0,9	1,5	1,5	1,5	2,1	1,5	1,5	0,9	2,1	2,1	2,1
MS2	1,5	0,9	1,5	1,5	1,5	2,1	1,5	0,9	0,9	2,1	1,5	1,5
MS5	1,5	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	2,1	2,1	1,5
MS9	1,5	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1	2,1
CA1	1,5	0,9	1,5	1,5	2,7	1,5	1,5	2,7	0,9	2,1	1,5	2,1
CA2	2,1	1,5	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,5	0,9	1,5	1,5	2,1
GA4	2,1	1,5	0,9	1,5	1,5	1,5	2,1	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1
GA6	1,5	1,5	0,9	1,5	1,5	1,5	2,1	1,5	0,9	1,5	1,5	2,1
GA10	2,1	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 31. Valores mensais de fósforo (P) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	6,1	6,0	5,2	4,0	4,9	4,9	6,0	4,2	6,2	4,4	6,0	7,3
MS2	4,2	6,1	5,2	6,0	4,0	4,3	5,7	4,9	6,9	5,2	4,9	5,7
MS5	5,3	6,2	5,2	5,0	5,7	4,6	6,8	5,2	5,7	6,2	6,5	5,4
MS9	7,9	4,3	3,0	4,1	4,4	4,2	5,4	5,7	5,4	5,7	6,2	7,3
CA1	7,3	5,7	3,2	6,1	5,7	8,8	6,5	4,4	8,5	5,4	5,2	6,8
CA2	8,5	6,9	4,0	6,1	11,5	7,6	7,6	3,9	6,8	5,2	6,5	6,2
GA4	7,9	7,3	5,8	5,0	10,4	6,0	6,2	6,5	3,9	6,0	7,3	11,8
GA6	6,8	5,2	6,2	4,0	7,3	12,2	10,8	8,5	7,6	7,3	5,2	10,4
GA10	8,2	7,3	3,8	4,9	6,5	6,1	10,4	5,7	14,9	6,8	6,8	8,8

ANEXO 32. Valores mensais de sódio (Na) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	ND	ND	ND	ND	3,6	3,2	2,2	3,1	3,9	2,2	2,7	2,2
MS2	ND	ND	ND	ND	3,9	3,2	2,3	2,2	4,2	2,3	2,6	2,6
MS5	ND	ND	ND	ND	3,8	3,2	2,9	3,1	4,7	2,9	2,4	2,5
MS9	ND	ND	ND	ND	4,0	3,2	1,8	3,1	4,8	1,8	2,1	2,8
CA1	ND	ND	ND	ND	3,9	3,5	2,4	3,1	4,2	2,4	3,2	2,2
CA2	ND	ND	ND	ND	3,3	3,2	3,2	3,1	4,2	3,2	2,5	2,3
GA4	ND	ND	ND	ND	3,4	3,2	2,1	3,1	3,7	2,1	2,9	2,2
GA6	ND	ND	ND	ND	4,1	3,1	2,5	3,1	3,3	2,5	2,2	2,5
GA10	ND	ND	ND	ND	3,4	3,0	2,3	2,9	4,0	2,4	1,9	2,5

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 33. Valores mensais da capacidade de troca de cátions (CTC) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	7,2	5,9	3,3	3,9	7,8	9,0	35,8	7,5	8,5	8,9	7,2	6,0
MS2	6,8	7,1	4,6	3,3	8,7	9,0	39,4	5,9	8,9	7,6	6,3	6,8
MS5	6,7	5,6	4,7	3,9	8,1	9,2	38,9	7,5	10,1	8,3	6,4	7,3
MS9	6,6	6,1	3,5	3,7	8,9	8,8	38,3	8,0	9,7	8,5	6,0	7,3
CA1	6,6	5,8	5,3	3,8	8,4	7,7	37,2	7,4	9,3	8,8	7,6	6,3
CA2	7,3	6,2	3,8	3,5	7,5	8,0	35,2	8,0	9,4	7,3	6,8	6,2
GA4	6,2	5,8	4,1	3,7	8,1	7,3	35,3	8,1	8,1	8,0	6,7	6,3
GA6	6,9	5,7	4,0	4,8	8,9	7,5	37,7	7,9	7,6	7,2	6,0	6,8
GA10	6,8	5,7	2,6	3,4	7,9	6,9	33,2	7,4	9,6	6,9	5,3	6,7

ANEXO 34. Valores mensais de potássio (K) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
MS2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
MS5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3
MS9	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3
CA1	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
CA2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2
GA4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
GA6	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
GA10	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 35. Valores mensais de cálcio (Ca) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	2,5	2,8	2,5	0,6	0,3	1,0	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4
MS2	2,5	3,3	3,8	0,6	0,4	1,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5
MS5	2,5	2,7	3,6	0,6	0,4	1,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5
MS9	2,5	3,0	2,7	0,6	0,4	1,1	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
CA1	2,6	2,9	4,4	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
CA2	2,8	3,1	3,1	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3	0,5
GA4	2,7	2,2	3,3	0,6	0,7	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6
GA6	2,6	2,4	3,5	0,7	0,7	0,5	0,6	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6
GA10	2,8	2,7	2,0	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5

ANEXO 36. Valores mensais de magnésio (Mg) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	2,5	1,4	2,0	1,6	2,0	2,6	0,8	1,6	1,9	2,5	1,4	0,3
MS2	2,6	2,2	3,1	1,0	2,5	2,7	0,9	1,2	2,0	2,1	0,9	0,4
MS5	2,6	1,4	3,0	1,6	2,2	2,9	1,2	1,7	2,5	2,2	1,2	0,3
MS9	2,4	1,6	2,1	1,2	2,5	2,3	0,7	2,1	2,5	2,1	1,2	0,3
CA1	2,2	1,4	3,1	1,6	2,1	1,8	1,1	1,5	2,1	2,4	1,4	0,2
CA2	2,6	1,6	2,4	1,4	1,9	2,3	1,5	1,9	2,3	2,1	1,4	0,2
GA4	1,9	2,1	2,6	1,1	2,1	2,0	0,7	2,0	1,7	2,2	1,4	0,2
GA6	2,6	1,9	2,5	2,4	2,4	1,9	1,2	2,2	1,6	1,9	1,1	0,3
GA10	2,4	1,5	1,3	1,1	2,3	1,6	0,8	1,6	2,7	1,9	0,9	0,2

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 37. Valores mensais de percentagem de saturação de bases (v%) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	73,4	76,2	66,3	64,1	61,4	68,9	35,9	50,0	56,3	63,0	46,4	43,6
MS2	77,9	83,0	76,1	54,5	68,3	72,4	40,3	48,6	57,9	61,2	41,2	52,6
MS5	79,2	78,4	72,3	64,2	65,0	73,4	46,5	54,5	63,2	62,0	45,3	50,0
MS9	78,9	80,2	65,9	56,4	68,8	66,3	36,1	59,2	59,3	53,7	43,9	55,8
CA1	78,8	79,3	79,2	65,5	64,4	66,2	46,6	53,5	60,2	62,9	45,2	51,0
CA2	79,5	80,7	70,9	63,3	63,7	66,7	54,2	59,2	61,2	59,7	44,3	49,2
GA4	77,5	79,3	72,8	51,0	67,7	61,4	38,8	60,0	54,5	60,1	48,7	51,2
GA6	79,7	79,0	72,2	68,9	69,0	63,1	51,7	68,8	54,1	58,4	42,4	53,7
GA10	79,5	78,8	57,4	58,7	69,4	59,5	44,0	55,6	64,1	58,2	42,2	52,8

ANEXO 38. Valores mensais de acidez potencial (H+Al) na areia úmida do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	1,9	1,4	1,1	1,4	1,6	1,8	2,5	2,2	2,0	2,0	2,4	2,2
MS2	1,5	1,2	1,1	1,5	1,5	1,6	2,0	1,9	2,0	1,8	2,2	2,0
MS5	1,4	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	2,0	2,0	2,0	1,9	2,2	2,4
MS9	1,4	1,2	1,2	1,6	1,5	1,9	2,0	2,0	2,0	2,4	2,2	2,0
CA1	1,4	1,2	1,1	1,3	1,6	1,4	1,9	2,0	2,0	1,9	2,4	2,0
CA2	1,5	1,2	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9	2,0	2,0	1,9	2,4	2,0
GA4	1,4	1,2	1,1	1,8	1,5	1,6	2,0	2,0	2,0	1,9	2,2	2,0
GA6	1,4	1,2	1,1	1,5	1,5	1,6	1,9	1,5	2,0	1,8	2,2	2,0
GA10	1,4	1,2	1,1	1,4	1,4	1,6	1,9	2,0	2,0	1,8	2,0	2,0

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 39. Valores mensais de pH (CaCl<sub>2</sub>) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	5,8	5,8	6,9	7,1	6,8	6,4	5,7	5,3	6,1	6,4	6,1	6,5
MS2	6,1	5,9	6,9	7,1	6,9	6,8	6,1	5,2	6,3	6,7	6,3	6,6
MS5	6,3	6,0	6,9	6,5	6,9	7,2	6,2	6,1	6,5	6,8	6,2	6,4
MS9	6,6	6,2	6,9	6,5	5,7	7,6	6,3	6,4	6,7	6,7	6,3	6,5
CA1	6,4	6,3	6,9	5,7	6,6	7,5	6,4	6,4	6,1	6,7	6,2	6,6
CA2	6,5	6,3	6,9	6,1	6,8	7,5	6,6	6,6	6,8	6,8	6,2	6,7
GA4	6,5	6,4	6,9	6,6	6,1	7,4	6,3	6,7	6,8	6,7	6,4	6,8
GA6	6,5	6,4	6,9	6,7	6,3	7,5	6,5	6,5	7,0	6,9	6,5	6,8
GA10	6,6	6,4	7,0	6,8	6,5	7,5	6,5	6,6	6,3	6,4	6,6	6,8

ANEXO 40. Valores mensais de carbono (C) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	2,7	1,5	0,9	2,1	2,1	2,1
MS2	1,5	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	1,5	2,1	2,1
MS5	1,5	0,9	0,9	1,5	1,5	2,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	1,5
MS9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	1,5	2,1	1,5
CA1	2,1	2,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	1,5	2,1	2,1
CA2	2,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	1,5	2,1	2,1
GA4	1,5	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	1,5	2,1	2,1
GA6	1,5	1,5	2,1	2,1	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9	2,1	2,1	2,1
GA10	2,1	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	1,5

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 41. Valores mensais de fósforo (P) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	4,5	6,0	4,9	4,7	4,4	3,6	7,6	6,0	5,3	6,5	7,0	6,5
MS2	5,0	5,5	5,2	5,0	4,6	4,3	6,0	5,7	7,9	5,7	8,5	6,5
MS5	5,7	6,0	3,5	5,1	6,2	6,2	13,3	7,9	7,9	6,5	6,2	5,2
MS9	7,0	4,7	4,3	4,9	3,7	4,4	5,4	6,0	6,9	6,0	5,4	4,6
CA1	11,5	9,8	6,0	5,3	6,0	7,6	9,5	6,0	8,5	7,0	12,2	8,2
CA2	12,9	8,5	5,7	6,5	6,8	6,5	9,1	7,6	6,9	10,1	9,8	6,5
GA4	9,8	6,8	6,0	4,9	4,4	4,9	7,3	5,4	7,0	8,8	6,5	6,0
GA6	4,9	6,5	3,9	7,6	3,5	3,6	6,5	6,2	5,7	6,5	6,5	7,9
GA10	4,6	5,4	4,0	6,8	3,9	3,8	6,2	4,4	11,8	5,2	10,8	4,6

ANEXO 42. Valores mensais de sódio (Na) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	ND	ND	ND	ND	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	2,8	0,8
MS2	ND	ND	ND	ND	0,1	0,2	0,7	0,1	0,1	0,7	0,4	0,7
MS5	ND	ND	ND	ND	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	1,5	1,4
MS9	ND	ND	ND	ND	2,5	0,1	0,7	0,1	0,3	0,7	2,1	1,9
CA1	ND	ND	ND	ND	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5
CA2	ND	ND	ND	ND	1,4	0,1	0,5	0,5	0,2	0,5	2,4	0,7
GA4	ND	ND	ND	ND	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
GA6	ND	ND	ND	ND	0,1	0,0	0,4	0,2	0,1	0,4	0,8	0,4
GA10	ND	ND	ND	ND	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1	0,4	0,0	1,0

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 43. Valores mensais da capacidade de troca catiônica (CTC) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	4,9	4,7	2,0	2,4	2,7	3,1	18,6	2,9	2,8	7,1	7,1	3,6
MS2	4,7	4,2	1,9	2,6	2,2	3,2	17,6	3,0	2,6	3,4	3,3	3,5
MS5	4,8	4,7	1,8	2,8	2,6	3,0	19,5	3,1	2,8	3,1	4,7	4,6
MS9	4,9	4,5	2,2	2,4	6,2	2,3	23,2	2,8	2,8	3,2	5,6	5,6
CA1	5,2	4,3	2,2	2,4	2,3	2,6	17,2	2,8	2,6	9,0	3,8	3,4
CA2	5,3	4,6	2,4	2,3	4,2	2,6	19,6	3,6	2,9	5,5	6,5	3,5
GA4	4,9	4,0	2,0	2,6	2,4	2,2	16,0	2,8	2,7	2,9	2,9	2,8
GA6	4,6	4,4	2,3	2,7	2,5	2,2	17,3	3,3	2,9	7,6	3,6	3,2
GA10	4,7	4,1	1,8	2,4	2,4	2,7	17,2	2,9	3,9	3,5	2,7	3,9

ANEXO 44. Valores mensais de potássio (K) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
MS2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MS5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
MS9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
CA1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1
CA2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
GA4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
GA6	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
GA10	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 45. Valores mensais de cálcio (Ca) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	2,3	2,2	1,2	0,5	0,2	0,6	0,1	0,2	0,1	0,4	0,5	2,3
MS2	2,2	1,8	1,0	0,6	0,2	0,7	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3	2,2
MS5	2,2	2,1	2,2	0,5	0,2	0,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	2,2
MS9	2,3	2,0	1,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	2,3
CA1	2,4	1,8	1,6	0,4	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,6	0,2	2,4
CA2	2,4	2,1	1,7	0,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	2,4
GA4	2,3	1,7	1,2	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	2,3
GA6	2,3	2,0	1,6	0,9	0,3	0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	2,3
GA10	2,3	1,8	1,1	0,6	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	2,3

ANEXO 46. Valores mensais de magnésio (Mg) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	1,0	1,2	0,8	0,4	0,5	0,7	0,2	0,5	0,3	1,8	1,4	0,1
MS2	0,9	1,1	0,7	0,5	0,5	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,1
MS5	1,1	1,2	1,6	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,3	0,6	0,6	0,2
MS9	1,1	1,2	0,9	0,3	1,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,8	0,2
CA1	1,2	1,2	0,9	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	2,6	0,5	0,1
CA2	1,3	1,1	1,1	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	1,9	1,3	0,2
GA4	1,2	1,1	0,7	0,4	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,6	0,3	0,1
GA6	0,9	1,1	1,1	0,3	0,6	0,3	0,2	0,4	0,5	1,9	0,5	0,1
GA10	0,9	1,0	0,6	0,4	0,5	0,6	0,2	0,3	0,5	0,6	0,3	0,1

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 47. Valores mensais de percentagem de saturação de bases (v%) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	69,1	72,5	44,7	42,1	33,6	47,0	16,3	28,6	23,1	56,1	48,6	29,6
MS2	68,0	71,4	38,1	45,1	30,9	46,7	21,9	24,1	21,3	32,1	24,4	29,6
MS5	70,8	74,3	58,5	35,9	39,6	53,9	24,2	28,6	23,7	32,1	31,7	38,1
MS9	71,6	73,5	45,2	38,0	48,6	26,3	21,6	25,9	24,3	30,6	37,0	44,8
CA1	71,3	72,3	45,0	40,4	32,1	35,5	38,1	25,9	24,3	64,7	25,9	31,0
CA2	71,9	74,0	48,9	48,7	45,5	33,9	32,9	35,5	29,6	56,6	45,9	32,1
GA4	71,5	70,3	39,7	37,3	33,6	24,9	16,3	25,9	23,1	31,2	21,7	29,4
GA6	69,8	72,7	52,8	48,1	38,8	26,3	21,8	35,5	33,1	58,7	30,3	30,7
GA10	70,0	70,4	37,1	42,6	35,9	40,3	20,5	28,6	22,2	29,6	24,8	32,6

ANEXO 48. Valores mensais de acidez potencial (H+Al) na areia seca do litoral do estado do Paraná, 2004/2005

PONTOS	Coletas											
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
MS1	1,5	1,3	1,1	1,4	1,5	1,6	2,0	2,0	1,9	1,9	2,2	2,0
MS2	1,5	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	2,0	2,2	2,0	1,9	2,2	2,0
MS5	1,4	1,2	1,3	1,8	1,5	1,3	2,0	2,0	2,0	1,9	2,2	2,0
MS9	1,4	1,2	1,2	1,5	1,9	1,6	2,0	2,0	1,9	2,0	2,2	2,0
CA1	1,5	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0	1,9	1,9	2,4	2,0
CA2	1,5	1,2	1,2	1,2	1,5	1,6	1,9	2,0	1,9	1,8	2,2	1,9
GA4	1,4	1,2	1,2	1,6	1,5	1,6	1,9	2,0	2,0	1,9	2,2	1,9
GA6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9
GA10	1,4	1,2	1,1	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0	2,7	2,4	2,0	1,9

Legenda

MS1 = 100 m à esquerda do rio Matinhos; MS2 = 100 m à direita do rio Matinhos, MS5 = 100 m à esquerda do Morro, MS9 = 150 m à esquerda do rio Matinhos, CA1 = 100 m à direita do canal de Caiobá, CA2 = 200 m à esquerda do canal de Caiobá, GA4 = 200 m à esquerda do rio Brejatuba, GA6 = 200 m à esquerda do Morro do Cristo, GA10 = 50 m à esquerda do rio Brejatuba.

ANEXO 49. Coeficientes de correlação de 1<sup>o</sup> grau (Pearson) parâmetros físico-químicos e microbiológicos na areia úmida do litoral estado do Paraná (2004/2005).

Parâmetros Físico-Químicos	Parâmetros microbiológicos		
	CT	EC	ENT
pH	-0,140 NS	0,030 NS	0,140 NS
C	-0,015 NS	0,001 NS	0,108 NS
P	0,076 NS	0,091 NS	0,079 NS
Na	-0,007 NS	0,018 NS	-0,020 NS
CTC	-0,069 NS	-0,045 NS	-0,230 NS
K	0,076 NS	-0,120 NS	-0,045 NS
Ca	0,110 NS	-0,100 NS	-0,046 NS
Mg	0,074 NS	-0,053 NS	-0,014 NS
V(%)	0,085 NS	-0,115 NS	0,091 NS
H+Al	0,080 NS	0,164 NS	-0,119 NS

ANEXO 50. Coeficientes de correlação de 1<sup>o</sup> grau (Pearson) entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos na areia seca do litoral estado do Paraná (2004/2005).

Parâmetros Físico-Químicos	Parâmetros microbiológicos		
	CT	EC	ENT
pH	0,085 NS	0,036 NS	-0,051 NS
C	0,267 NS	0,192 NS	0,336 NS
P	0,208 NS	0,349 NS	0,260 NS
Na	-0,015 NS	-0,089 NS	-0,046 NS
CTC	-0,091 NS	-0,066 NS	0,168 NS
K	0,018 NS	0,025 NS	-0,129 NS
Ca	0,060 NS	0,099 NS	-0,114 NS
Mg	-0,067 NS	-0,002 NS	-0,152 NS
V(%)	0,037 NS	0,048 NS	-0,162 NS
H <sup>+</sup> Al	0,005 NS	0,062 NS	0,199 NS

Legenda: CT = Coliformes totais ; EC= *Escherichia coli*; ENT = Enterococo; NS = não significativo a 5% de probabilidade.