



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente
Mestrado em Engenharia Ambiental



QUALIDADE SANITÁRIA DA AREIA DAS PRAIAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA PARA MONITORAMENTO E CONTROLE

Nassim Boukai

Orientadora: Marcia Marques Gomes
Co-orientador: Adacto Benedicto Ottoni

Rio de Janeiro
Outubro de 2005

QUALIDADE SANITÁRIA DA AREIA DAS PRAIAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA PARA MONITORAMENTO E CONTROLE

Nassim Boukai

Trabalho Final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada por:

Profa. Marcia Marques Gomes, PhD
PEAMB/UERJ

Prof. Adacto Benedicto Ottoni, DSc
PEAMB/UERJ

Prof. Odir Clécio da Cruz Roque, DSc
FIOCRUZ - UERJ

Prof. Aldo Pacheco Ferreira, DSc
ENSP/FIOCRUZ

Rio de Janeiro
Outubro de 2005

BOUKAI, NASSIM

Qualidade Sanitária da Areia das Praias do Município do Rio de Janeiro: Diagnóstico e Estratégia para Monitoramento e Controle [Rio de Janeiro] 2005.

160p. 29,7 cm (FEN/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Saneamento Ambiental: Saúde Ambiental e Trabalho, 2005.)

Dissertação – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ.

1. Areia de Praia
 2. Microorganismos Patogênicos
 3. Qualidade Sanitária
 4. Controle Sanitário
 5. Legislação Ambiental
- I. FEN/UERJ II. Título (série)

A meus pais Aslan e Eugenie,
in memoriam.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Marcia Marques Gomes, orientadora do trabalho.

Ao Prof. Dr. Adacto Benedicto Ottoni, co-orientador do trabalho.

A Ayrton Xerez, Secretário Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro.

A Carmen Lucariny, Coordenadora de Despoluição dos Recursos Ambientais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro – SMAC/CDA.

A Suely, minha esposa.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização do presente trabalho.

RESUMO

Praias cujas areias estejam contaminadas por microorganismos patogênicos podem potencialmente transmitir doenças aos seus freqüentadores, embora os riscos de tal transmissão não tenham sido ainda adequadamente avaliados. Atualmente, a qualidade sanitária da areia das praias dos municípios brasileiros e em particular do Município do Rio de Janeiro MRJ não é monitorada. No MRJ os padrões sanitários provisórios estabelecidos pela Resolução SMAC 81 de 28 de dezembro de 2000, com revisão prevista num prazo de dois anos, ainda não foi efetivada. O presente trabalho propõe procedimentos atualizados de monitoramento e de controle da qualidade sanitária da areia de praia no Município do Rio de Janeiro com o objetivo de reduzir o risco de incidência de doenças transmissíveis por areia poluída de praia. Na falta de legislação específica ao nível mundial e nacional, foram consultados, analisados e comparados resultados de estudos e pesquisas. O presente estudo analisou séries históricas dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos obtidos no programa de monitoramento conduzido pela Prefeitura do MRJ em 34 estações de amostragem quinzenal durante o período de outubro/2001 a setembro/2002 e estabeleceu uma classificação das referidas estações quanto à qualidade de suas areias. Ao final, são propostos indicadores sanitários e seus respectivos limites para monitoramento, assim como uma estratégia de gestão da qualidade sanitária de areia de praia.

Palavras-chave: Areia de Praia, Microorganismos Patogênicos, Qualidade Sanitária, Controle Sanitário, Legislação Ambiental.

ABSTRACT

Beaches whose sand is contaminated by pathogenic microorganisms can transmit illnesses to its bathers, although no proper risk assessment is available. Currently, the sanitary quality of beaches sand in Brazilian municipalities – in particular Rio de Janeiro city - is not monitored. In Rio de Janeiro Municipality, the provisory sanitary standards established by the municipal Resolution SMAC No 81 from December 28, 2000, with revision foreseen in a stated period of two years, was still not accomplished. The present study proposes brought up to date procedures of monitoring and controlling beaches sand sanitary quality with the objective of reducing the risk of incidence of transmissible illnesses from polluted sand beach. In the lack of specific legislation in both worldwide and national levels, studies and research data were taken into consideration, analysed and compared. The project also analysed time series of microbiological, chemical and physical parameters obtained through a monitoring program carried out by the Rio de Janeiro Municipality in 34 stations of biweekly sampling from October/2001 to September/2002 and proposed a ranking of these stations according to the sanitary quality of their sand. Finally, sanitary indicators and its respective limits for monitoring, as well as a strategy of management of beach sand sanitary quality are proposed.

Keywords: Beach Sand, Pathogenic Microorganisms, Sanitary Quality, Sanitary Control, Environmental Legislation.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 - Placa de proibição de animais na areia (RJ)	28
Figura 2 - Folheto educativo distribuído pela SMAC	29
Figura 3 - Matéria publicada no jornal O GLOBO de 02/09/2004	31
Figura 4 - Grupamento Especial de Praia (GEP) em ação	32
Figura 5 - Ocorrência de pombos na praia de Copacabana – RJ	33
Figura 6 - Língua negra 1 – Praia de São Conrado	36
Figura 7 - Língua negra 2 – Praia de São Conrado	36
Figura 8 - Separador Hidrodinâmico	37
Figura 9 – Micose <i>Tinea nigra</i>	42.
Figura 10 - Fungos leveduriformes <i>Candida sp.</i>	45
Figura 11 - Fungos filamentosos <i>Aspergillus niger</i>	45
Figura 12 - Fotomicrografia da bactéria <i>Escherichia coli</i>	48
Figura 13 - <i>Ascaris lumbricoides</i> ou lombriga comum	49
Figura 14 - Rastro sinuoso causado pela larva migrans cutânea	50
Figura 15 - Lesões na região anterior do tronco de um paciente infectado por larva migrans visceral	51
Figura 16 - Máquina de limpeza mecânica de areia de praia – 1	55
Figura 17 - Máquina de limpeza mecânica de areia de praia – 2	55
Figura 18 - Localização dos pontos de coleta de amostra de areia	69
Figura 19 - Coleta de areia seca e úmida utilizada pela ABAE	70
Figura 20 - Dispositivo de amostragem de areia utilizado pela SMAC	72
Figura 21 - Localização dos pontos de amostragem de areia	72
Figura 22 - Extração de amostra de areia	73

Figura 23 - Teste de Normalidade Anderson-Darling aplicado a Coliformes totais em 36 amostras de areia; Estação de amostragem em Copacabana, República do Peru (C/RP), primeira fase do projeto piloto da SMAC (2000)	85
Figura 24 - Diagrama de Box-Whisker Plot, representando mediana, quartiles, intervalos de confiança e outliers	86
Figura 25 - Localização das estações de amostragem de areia em Copacabana	90
Figura 26 - Curva de distribuição ajustada para os dados de coliformes totais (NMP/100g) da estação de amostragem de Prainha	95
Figura 27 - Curva de distribuição ajustada para os dados de <i>E. coli</i> (NMP/100g) da estação de amostragem de Prainha	95
Figura 28 - Box-Whisker plot mostrando medianas dos valores agregados de coliformes totais, dados obtidos na Fase (a) de Projeto Piloto: 108 amostras para cada uma das faixas de areia (A, B e C), obtidas nas estações de amostragem Souza Lima, República do Peru e Barão de Ipanema. Faixa A: próxima ao calçadão; Faixa B: faixa intermediária de areia entre a praia e o calçadão; Faixa C: próximo (e sob a influência) da água do mar	103
Figura 29 - Box-Whisker plot mostrando mediana dos valores agregados de <i>E.coli</i> Fase Piloto (a) (108 amostras totais para cada faixa de areia A, B e C em 3 estações de amostragem: Souza Lima, República do Peru e Barão de Ipanema. Faixa A: próxima ao calçadão; Faixa B: faixa intermediária de areia entre a praia e o calçadão; Faixa C: próximo (e sob a influência) da água do mar	103
Figura 30 - Box Whisker plot de dados de coliformes totais em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem em Copacabana Barão de Ipanema (C/BI), faixas de areia A, B e C da Fase (a) e faixa de areia B da fase (b) do Projeto Piloto	105
Figura 31 - Box Whisker plot de dados de coliformes totais em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem República do Peru (RP), faixas de areia A, B e C da Fase piloto (a) e faixa de areia B da Fase piloto (b)	106
Figura 32 - Box Whisker plot de dados de coliformes totais em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem Souza Lima (SL), faixas de areia A, B e C da Fase piloto (a) e faixa de areia B da Fase piloto (b)	107
Figura 33 - Box-Whisker plot de dados de <i>E. coli</i> em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem Barão de Ipanema (BI), faixas de areia A, B e C da Fase Piloto (a) e faixa de areia B da Fase Piloto (b)	108
Figura 34 - Box Whisker plot de dados de <i>E. coli</i> em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem República do Peru (RP), faixas de areia A, B e C da Fase Piloto (a) e faixa de areia B da Fase Piloto (b)	109
Figura 35 - Box Whisker plot de dados de <i>E. coli</i> em amostras de areia, obtidas na estação de amostragem Souza Lima (SL), faixas de areia A, B e C da Fase Piloto (a) e faixa de areia B da Fase Piloto(b)	110

Figura 36 - Percentual de classificação de areia “imprópria” durante as 24 campanhas de monitoramento, para cada estação de amostragem	113
Figura 37 - Percentual de ocorrência de parasitologia positiva durante as 24 campanhas de monitoramento, para as 34 estações de amostragem	116
Figura 38 - Teste de normalidade Anderson-Darling agregando todos os dados de <i>C. totais</i> de todas as praias na fase de monitoramento, ilustrando a distribuição não normal dos dados.....	118
Figura 39 - Teste de normalidade Anderson-Darling agregando todos os dados de <i>E. coli</i> de todas as praias na fase de monitoramento, ilustrando a distribuição não normal dos dados.....	119
Figura 40 - Temperatura (°C) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002)	121
Figura 41 - Umidade (%) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002)	122
Figura 42 - Matéria Orgânica (%) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002)	123
Figura 43 - Concentração de <i>C. totais</i> da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002) ..	124
Figura 44 - Concentração de <i>E. coli</i> da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002)	125
Figura 45 - Coliformes Totais (NMP/100 mg), em 34 estações de amostragem do Município do Rio de Janeiro: Amostras obtidas quinzenalmente durante o período de outubro/2001 a setembro/2002 (As praias aqui representadas por siglas têm seu nome por extenso na Lista de Abreviaturas e Símbolos)	128
Figura 46 - Box-Wisker plot. <i>E. coli</i> (NMP/100 ml), em 34 estações de amostragem do Município do Rio de Janeiro: Amostras obtidas quinzenalmente durante o período de monitoramento Out/2001 a Set/2002 (As siglas têm seu nome por extenso na Lista de Abreviaturas e Símbolos)	131

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1- Classificação de areia de praia segundo Resolução SMAC N° 81/2000	20
Tabela 2 - Faixas do Espectro Solar de Maior Interesse Ambiental	53
Tabela 3 - Valores Máximos Propostos para Indicadores de Qualidade de Areia de Praia (em NMP/g de areia e pfc/g de areia)	61
Tabela 4 - Valores Limites Mínimos e Máximos dos Indicadores Micológicos (pfc por grama de areia)	63
Tabela 5 - Valores Limites de Indicadores Bacteriológicos (NMP/g de areia)	64
Tabela 6 - Comparação Entre as Propostas de Indicadores e Seus Limites para Qualidade Sanitária de Areia de Praia. Valores em NMP/grama de areia para bactérias, e em pontos formadores de colônias (pfc) por grama de areia para fungos	67
Tabela 7 - Comparação entre o uso da mediana e o uso da média dos valores de <i>E. coli</i> obtidos, com os intervalos de confiança correspondentes, para as 34 estações de amostragem, durante a fase de monitoramento (NMP/100g areia)	83
Tabela 8 - Localização das estações de amostragem. Projeto Piloto – Fase (b)	92
Tabela 9 - Classificação de areia de praia no Município do Rio de Janeiro (NMP por 100g de areia)	97
Tabela 10 - Valores mínimos e máximos de colimetria obtidos na Fase (a) do Projeto Piloto da SMAC, para os pontos centrais B das estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha (NMP/100g areia)	99
Tabela 11 - Valores mínimos e máximos de colimetria obtidos na Fase (b) do Projeto Piloto da SMAC, para os pontos B das estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha (NMP/100g areia)	101
Tabela 12 - Valores das medianas de coliformes fecais e de <i>E. coli</i> para as estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima, obtidos na faixa de areia B, nas Fases (a) e (b) do Projeto Piloto da SMAC	102
Tabela 13 - Percentual de classificação de areia “imprópria” durante as 24 campanhas de monitoramento, para as 34 estações de amostragem, segundo critério da Resolução SMAC 81/2000	112
Tabela 14 - Percentual de ocorrência de parasitologia positiva durante as 24 campanhas de monitoramento, para cada estação de amostragem	115
Tabela 15 - Coliformes Totais (NMP/100 g) nas diferentes estações de amostragem, <u>em ordem decrescente de qualidade</u> com base na Mediana (Dados obtidos quinzenalmente	

durante o período de outubro/2001 a setembro/2002, num total de 24 amostras por estação de amostragem) 129

Tabela 16 - *E. coli* (NMP/100 g) nas diferentes estações de amostragem, em ordem decrescente de qualidade com base na mediana (dados obtidos quinzenalmente durante o período de Out/2001 a Set/2002, num total de 24 amostras por estação de amostragem)..... 132

Tabela 17 - Comparação entre o valor da mediana de *E. coli* (NMP/100g areia) para a faixa B de areia, durante a fase de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002), e o percentual de dias do ano em condição imprópria para água, durante o ano de 2001, para as 34 estações de amostragem de areia 134

Tabela 18 - Proposta de Indicadores e Respective Limites para Revisão da Resolução SMAC 81/2000 139

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa

APHA – American Public Health Association

AWWA – American Water Works Association

CECA – Comissão Estadual de Controle Ambiental

COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana

CONAMA – Conselho Nacional de meio Ambiente

DNA – ácido desoxirribonucleico

E. coli – *Escherichia coli*

EPA – Environment Protection Agency

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

g - grama

GEP – Grupamento Especial de Praias

IC – Intervalo de confiança

LMC – Larva Migrans Cutânea

LMV – Larva Migrans Visceral

ml – mililitro

n – número de amostras

LOM – Lei Orgânica do Município

MRJ – Município do Rio de Janeiro

NMP – Número Mais Provável

N – Número de amostras

nm - nanômetro

ONG – Organização não governamental

OMS – Organização Mundial de Saúde

PCRJ – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente

pfc – Pontos formadores de colônias

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNL – Universidade Nova de Lisboa

WEF – Water Environment Federation

WHO – World Health Organization

Siglas dos nomes das Estações de Amostragem de Areia:

B/ALV Barra da Tijuca - Av. Ayrton Sena

B/CB Barra da Tijuca - Condomínio Barramares

B/PP Barra da Tijuca - Praia do Pepe

B/QM Barra da Tijuca - Quebra Mar

BTF Praia de Botafogo

C/BI Copacabana - Rua Barão de Ipanema

C/RP Copacabana - Rua República do Peru

C/SL Copacabana - Rua Souza Lima

FLA Praia do Flamengo – Hotel Novo Mundo

G/GU Ilha do Governador - Praia da Guanabara

G/IM Ilha de Paquetá - Praia da Imbuca

G/JB Ilha de Paquetá - Praia José Bonifácio

G/MO Ilha de Paquetá - Praia da Moreninha

G/PB Ilha do Governador - Praia da Bica

G/PE	Ilha do Governador - Praia da Engenhoca
G/PR	Praia de Ramos – centro da praia
GRU	Praia de Grumari – lado esquerdo da praia
GUA	Barra de Guaratiba – em frente à Escola Municipal Ana Neri
I/ARP	Ipanema - Praia do Arpoador
I/MQ	Ipanema - Rua Maria Quitéria
I/PD	Ipanema - Praia do Diabo
I/PR	Ipanema - Rua Paul Redfern
L/BM	Leblon - Rua Bartolomeu Mitre
L/VA	Leblon - Rua Visconde de Albuquerque
LM	Praia do Leme
P/ASA	São Conrado - Pista Asa Delta
P/HN	São Conrado - Hotel Nacional
PRA	Praia de Prainha – centro da praia
R/PO	Recreio - Praia do Pontal
R/RES	Recreio – Reserva
REC	Recreio - Praia da Macumba
SEP	Sepetiba - Praia do Recôncavo
U/PC	Urca - Praia Central
U/PV	Urca – Praia Vermelha

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	22
3 ABORDAGEM METODOLÓGICA	24
4 REFERENCIAL TEÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO	26
4.1 Poluição de Areia de Praia	26
4.1.1 Fatores de Poluição de Areia de Praia	27
4.1.2 Microorganismos Patogênicos e Doenças Associadas	39
4.1.3 Despoluição de Areia da Praia	53
4.2 Estabelecimento de Padrões Sanitários para Areia de Praia	57
4.2.1 Estabelecimento de Padrões Sanitários para Proteção da Saúde Pública	57
4.2.2 Indicadores Sanitários para Areia de Praia Propostos na Literatura	60
4.2.3 Metodologias de Amostragem de Areia de Praia	68
4.3 Legislação	76
4.4 Iniciativa do Município do Rio de Janeiro – 1999 a 2002	78
5 MATERIAL E MÉTODOS	80
5.1 Diagnóstico de um Estudo de Caso – Praias do Município do Rio de Janeiro	80
5.2 Formulação de uma Proposta de Estratégia para Gestão da Qualidade Sanitária de Areia de Praia	87
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
6.1 Estudo de Caso: Análise da Qualidade Sanitária de Areia de Praia no Município do Rio de Janeiro	89
6.1.1 Projeto Piloto Realizado no Período Setembro/1999 a Agosto/2000	89

6.1.1.1 Projeto Piloto Fase (a) – Setembro/1999 a Abril/2000	90
6.1.1.2 Projeto Piloto Fase (b) – Maio/2000 a Agosto/2000	91
6.1.1.3 Resultados Obtidos no Projeto Piloto	93
6.1.1.4 Análise Estatística dos Dados Obtidos no Projeto Piloto	98
6.1.2 Monitoramento Realizado no Período Outubro/2001 a Setembro/2002	111
6.1.2.1 Resultados Obtidos na Fase de Monitoramento	111
6.1.2.2 Análise Estatística dos Dados na Fase de Monitoramento	117
6.2 Proposta de Estratégia para Monitoramento e Controle da Qualidade Sanitária	
de Areia de Praia no Município do Rio de Janeiro	136
6.2.1 Proposta de Novos Indicadores e Respectivos Limites para Revisão da Resolução SMAC 81/2000	136
6.2.2 Proposta para Metodologia de Amostragem de Areia de Praia	139
6.2.3 Proposta para Realização de Novo Projeto Piloto nas Praias do MRJ	141
6.2.4 Proposta de Implantação de Programa de Educação Ambiental	142
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
APÊNDICE A	154

1 INTRODUÇÃO

As praias do Município do Rio de Janeiro representam um dos principais cartões de visita da cidade e do país, sendo um importante fator de desenvolvimento do turismo e da economia. A cidade do Rio de Janeiro continua ocupando o primeiro lugar entre os destinos brasileiros escolhidos por turistas estrangeiros, tendo recebido 1,8 milhões de visitantes internacionais durante o ano de 2004 (Diário Oficial do Município, 11/01/2005), sendo considerada a janela do Brasil para o mundo. Além disso, as praias representam uma das principais atividades de lazer dos habitantes da cidade, independentemente de poder aquisitivo, nível cultural ou social.

Até recentemente, o monitoramento das condições sanitárias das praias no Município do Rio de Janeiro era feito apenas através da avaliação da qualidade bacteriológica das suas águas, com base na Resolução CONAMA 20/86, modificada pela Resolução CONAMA 274/2000. Entretanto, existe um consenso de que a areia de praia não influenciada pela água do mar também pode atuar como fonte ou vetor de doenças, apesar do contágio por este meio não ter sido demonstrado em estudos epidemiológicos. Bactérias, fungos, parasitas e vírus têm sido observados em areias de praias, e vários gêneros e espécies destes microorganismos são potencialmente patogênicos mediante contato (World Health Organization-WHO, 2003).

As areias das praias do MRJ são frequentemente contaminadas por microorganismos patogênicos provenientes de diversas fontes, tais como: lixo, animais domésticos e línguas negras, representando fator de risco para a saúde humana (Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro-SMAC, 2002), podendo causar doenças como: hepatite, distúrbios gastrintestinais, desidratação, micoses e doenças parasitárias (CAMPOS, 2003).

Instrumentos legais - A Lei Orgânica Municipal do Rio de Janeiro, no seu Artigo 461, Inciso XIII, incumbe ao Poder Público garantir a limpeza e a qualidade da areia das praias. Também obriga o Poder Público, no seu Artigo 472, Inciso II, a garantir amplo acesso dos interessados às informações sobre a presença de substâncias potencialmente danosas à saúde nas areias das praias.

Para que seja possível a avaliação da qualidade sanitária das areias de uma praia, permitindo a sua classificação como própria ou não para contato direto, é necessário que sejam estabelecidos indicadores apropriados e seus respectivos limites. Assim sendo, em 1999, devido à inexistência de padrões de qualidade sanitária na legislação vigente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro - SMAC decidiu implantar um projeto piloto nas praias de Copacabana e de Prainha, com o objetivo de estabelecer indicadores de qualidade sanitária da areia, a partir da seleção e avaliação de um conjunto de características físico-químicas e bacteriológicas. Tal projeto foi pioneiro e sem similar ao nível nacional, com poucos trabalhos semelhantes realizados em outras cidades do mundo. Entretanto, as divergências nas conclusões dos trabalhos consultados demonstram a complexidade e os aspectos polêmicos do assunto.

Como resultado do projeto piloto da SMAC, foi estabelecido um padrão inicial de qualidade sanitária para monitoramento das areias das praias do Município não influenciadas pela água do mar, conforme Tabela 1, publicada através da Resolução SMAC Nº 81/2000, de 28 de dezembro de 2000, com previsão de revisão no prazo máximo de dois anos.

Tabela 1- Classificação de areia de praia segundo Resolução SMAC N° 81/2000.

Classificação	Coliformes Totais (NMP/100g areia)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100g areia)
****	até 10.000	até 10
***	> 10.000 a 20.000	>10 a 200
**	> 20.000 a 30.000	>200 a 400
* (imprópria)	Acima de 30.000	Acima de 400

Fonte: Resolução SMAC N° 81/2000.

Esta Resolução classifica a areia em quatro níveis decrescentes de qualidade, de quatro até uma estrela, e considera a areia classificada com uma estrela como “imprópria“. Isto acontece quando o NMP (Número Mais Provável) de bactérias coliformes totais é maior que 30.000 ou o de *E. coli* maior que 400, por cada 100g de areia, utilizando-se o método de análise dos tubos múltiplos estabelecido pelo Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Na mesma época, o Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA publicou a Resolução N° 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade de praias, recomendando aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações. Entretanto, a Resolução SMAC N° 081 trata apenas das condições microbiológicas, sem considerar as condições parasitológicas, por falta de informações suficientes na época de sua publicação.

Além disso, a Lei Municipal No 3.210/2001 de 5 de abril de 2001 define como areia de “qualidade imprópria” aquela que também apresenta larvas e ovos de parasitos em quantidade e qualidade tais que possam provocar agravos à saúde humana, itens que não foram considerados na Resolução SMAC 081 por falta de informações suficientes na época de sua publicação.

A revisão da Resolução SMAC, prevista no prazo de dois anos, levaria em consideração:

- (i) a análise dos resultados obtidos durante o monitoramento a ser realizado ao longo dos dois anos de sua aplicação;
- (ii) o desenvolvimento de novos estudos em outras cidades no Brasil e no exterior;
- (iii) a evolução da legislação sobre o assunto.

Tal avanço do conhecimento poderia então indicar a necessidade de ajustes nos parâmetros estabelecidos e a formulação de uma nova estratégia de monitoramento e controle da qualidade sanitária das areias das praias. Entretanto, apesar de ter-se esgotado o prazo estabelecido, tal revisão ainda não foi efetuada, e o monitoramento da qualidade da areia das praias do Município, realizado no período 2001/2002, foi interrompido. A obrigatoriedade da divulgação quinzenal do Boletim de Avaliação da condição das areias das praias, estabelecida no Artigo 1º da Resolução SMAC e na Lei Municipal Nº 3210/2001, não é atendida atualmente.

A recente Lei Municipal Nº 3.948, de 16 de março de 2005, estabelece que a Prefeitura realizará e executará Planejamento Urbanístico para Área Integrada de Lazer situada na terça parte da largura do areal da Praia de Copacabana, localizada em faixa contínua junto ao calçadão. Este Planejamento Urbanístico será destinado à criação, em caráter permanente, de área de lazer para práticas esportivas, atividades culturais, estabelecendo espaços reservados a jardins e recreação infantil. Dessa forma, fica mais evidente a necessidade de estabelecimento de uma estratégia adequada de monitoramento e controle da qualidade sanitária da areia das praias, uma vez que estas novas áreas de lazer sobre a areia aumentarão significativamente a sua utilização e a possibilidade de incremento das concentrações de microorganismos patogênicos.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral contribuir para a redução do risco de transmissão de doenças aos frequentadores das praias e por microorganismos patogênicos encontrados nas suas areias, através da formulação de uma proposta de um sistema de gestão para monitoramento e controle da qualidade sanitária da areia de praia no Município do Rio de Janeiro-MRJ.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- I) Contextualizar o tema qualidade sanitária de areia de praia no cenário nacional e internacional, incluindo aspectos legais, epidemiológicos e de gestão ambiental.
- II) Caracterizar e classificar preliminarmente as praias do MRJ, em função da qualidade sanitária de suas areias, através da análise estatística de amostras quinzenais de 34 estações de amostragem para os parâmetros de coliformes totais e *E. coli* obtidos no período de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002).
- III) Formular uma proposta de revisão dos padrões de qualidade sanitária de areia de praia estabelecidos na Resolução SMAC Nº 081/2000. Além da revisão dos parâmetros bacteriológicos já existentes, a proposta inclui parâmetros parasitológicos e micológicos, conforme recomendado pela Resolução CONAMA Nº 274 e pela Lei Municipal Nº 3210/2001.
- IV) Estimular a ampliação da discussão do tema nos municípios da zona costeira brasileira.

Os objetivos serão atingidos através da seguinte abordagem metodológica:

- Verificação do estado da arte da avaliação de qualidade sanitária de areia de praia.
- Diagnóstico da situação atual das condições sanitárias das areias das praias do MRJ.
- Formulação de uma proposta de um sistema de gestão da qualidade sanitária de areia das praias do MRJ.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Este capítulo apresenta, de forma sucinta, a abordagem metodológica utilizada para os diferentes componentes do presente trabalho.

Verificação do estado da arte sobre os procedimentos de avaliação da qualidade sanitária de areia de praia, mediante levantamento bibliográfico no Brasil e no exterior, com abordagem de aspectos de amostragem, aspectos legais, epidemiológicos e de controle ambiental.

Para o estudo de caso (qualidade sanitária das areias das praias do Município do Rio de Janeiro) foram utilizados os dados indicados em SMAC (2000) e SMAC (2002), cujas análises foram parcialmente revisadas através da aplicação de estatísticas descritivas não-paramétricas para os parâmetros que não apresentaram distribuição normal. Os parâmetros investigados foram: temperatura, umidade, matéria orgânica, coliformes totais e *E. coli*. Séries históricas provenientes de dois períodos (setembro/1999 a agosto/2000 e outubro/2001 a setembro/2002) foram analisadas.

Uma proposta de estratégia de monitoramento futuro das praias do MRJ foi elaborada com base em: resultados do estudo de caso, revisão dos critérios previamente estabelecidos pela Resolução SMAC 81/2000, relatório da WHO (2003), trabalhos de Mendes et al (1993, *apud* MENDES et al, 1997, 2002), relatório da Associação Bandeira Azul da Europa-ABAE (2002) e outros trabalhos relevantes (COSTA E SILVA & PASTURA, 2000; RIBEIRO et al, 2002; UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA-UNL, 2001; VIEIRA et al, 2001).

Uma proposta de indicadores sanitários e respectivos limites para revisão da Resolução SMAC 81/2000 baseou-se em novos parâmetros propostos, tomando como base as análises extraídas do estudo de caso, os resultados da classificação das praias do Município

através da análise estatística, e a avaliação de novos estudos realizados em outras cidades do Brasil e no exterior sobre qualidade sanitária de areia de praia.

Uma proposta de metodologia de amostragem de areia é apresentada com base na comparação entre as metodologias aplicadas nos trabalhos consultados, com inclusão de procedimentos que visem a representatividade das amostras e a obtenção de reprodutividade de resultados exigida em pesquisa científica.

Uma proposta de procedimentos para um sistema de gestão da qualidade sanitária de areia de praia foi estabelecida, com base na necessidade de minimização da ação antropogênica, uma vez que a qualidade sanitária da areia de praia é fortemente influenciada pelo atendimento à legislação em vigor, pelos banhistas e pelas atividades comerciais fixas e ambulantes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO

4.1 Poluição de Areia de Praia

Os microorganismos representam um componente significativo da areia de praia (NESTOR et al, 1984; CODINACHS et al, 1988; MENDES et al, 1997, *apud* WHO, 2003). Uma variedade de seres vivos que habitam tanto a superfície quanto o interior de suas camadas compõem a chamada fauna intersticial ou meio fauna (SMAC, 2000). A proliferação de microorganismos em areia de praia é limitada pela disponibilidade de matéria orgânica (KHIYAMA & MAKEMSON, 1973 *apud* WHO, 2003).

As areias das praias do Município do Rio de Janeiro são sujeitas à contaminação freqüente por microorganismos patogênicos provenientes de diversas fontes como lixo, animais domésticos, pombos e línguas negras (BOUKAI, 2000), e que colocam em risco a saúde dos banhistas, podendo causar doenças como hepatite, distúrbios gastrintestinais, verminoses e micoses (CAMPOS, 2003).

Foi observado que a contaminação microbiológica é maior na areia do que na água adjacente, e a areia atua como foco de acumulação de poluição. Além disso, a areia contaminada pode ser uma causa dos altos índices periódicos de bactérias na água do mar (OLIVEIRA & MENDES, 1991, 1992; OSHIRO & FUJIOKA, 1995 *apud* WHO, 2003).

Fatores como efeitos das marés, descarga de esgoto sanitário, mudança de estação do ano, presença de animais e o número de banhistas têm sido apontados como contribuintes para a sobrevivência e dispersão de microorganismos patogênicos em areia de praia (WHO, 2003). A sobrevivência de bactéria entérica na superfície de areia seca pode ser de curta duração devido à ação do meio ambiente. Já a areia úmida enriquecida com matéria orgânica confere

ao ambiente condições favoráveis, permitindo um período de sobrevivência maior do que em água do mar (PAPADAKIS et al, 1997 *apud* WHO, 2003).

Fungos são frequentemente encontrados na areia e sua sobrevivência é maior do que bactéria entérica devido à sua capacidade de formar esporos resistentes (WHO, 2003). Há sugestões de que a presença de fungos está relacionada com resíduos deixados pelos banhistas e/ou influência das marés (MENDES et al, 1998 *apud* WHO, 2003).

4.1.1 Fatores de Poluição de Areia de Praia

4.1.1.1 Lixo

A frequência nas praias pela população local e pelos turistas contribui para o acúmulo de lixo nas areias, favorecendo o aparecimento de vetores de doenças, como ratos e pombos.

Em janeiro de 2000, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) e a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) iniciaram um programa de conscientização ambiental visando a coleta seletiva de plásticos nas praias, e foram colocados 166 contêineres junto aos quiosques existentes ao longo da orla marítima. Entretanto, a intensidade e a duração da campanha não foi o suficiente para conscientizar os frequentadores das praias, como se pode observar atualmente através do volume de detritos deixados pelos banhistas. A única ressalva que se nota é em relação às latas de alumínio, pelo interesse comercial.

4.1.1.2 Animais Domésticos

Um dos principais riscos microbiológicos para a saúde humana em areias de praia é o proveniente do contato com fezes de animais, principalmente cachorros (WHO, 2003). No

ano de 2000 a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) realizou uma campanha de educação ambiental (Figura 1) nas praias, prevista na Lei 2.358/95, que proíbe a presença de animais nas areias das praias.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 1 - Placa de proibição de animais na areia (RJ).

A campanha alertou sobre a possibilidade da urina e das fezes de animais parasitados poderem transmitir doenças para o homem e para os animais saudáveis, como larva migrans cutânea (LMC), larva migrans visceral (LMV), toxoplasmose, leptospirose e diversos tipos de verminoses, e distribuiu folhetos educativos conforme Figura 2.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 2 - Folheto educativo distribuído pela SMAC.

Entretanto, como a maioria das campanhas de educação ambiental, foi de curta duração, e a falta de uma fiscalização eficiente e permanente faz com que seja comum encontrarmos atualmente cachorros nas areias das praias conduzidos por seus donos sem o menor constrangimento. A mencionada lei estabelece ainda que qualquer cidadão poderá exigir dos donos dos animais o seu cumprimento e solicitar, quando necessário, o auxílio de qualquer autoridade competente presente no local, para tal finalidade. Entretanto, a idéia de se atribuir a um cidadão a fiscalização do cumprimento da lei por outro cidadão não parece ser eficaz face às características culturais e sociais brasileiras.

O decreto municipal 20.225/2001 proíbe a presença de animais na areia das praias do Rio. Cabe à Guarda Municipal, em particular aos agentes do Grupamento Especial de Praias (GEP), zelar pelo cumprimento da norma, advertindo o dono do cão e pedindo para retirar seu animal do local. Caso se recuse, o infrator pode ser encaminhado à delegacia por desacato à autoridade. Segundo o mesmo decreto, o uso de coleira é obrigatório. É necessário ainda o recolhimento, pelo responsável, das fezes deixadas por seus animais. Se isso não acontecer, o dono do cachorro pode ser multado pela COMLURB. O valor da multa varia de R\$ 28,29 a R\$ 2.829,77.

Segundo matéria veiculada pelo jornal O GLOBO em 02/09/2004 (PONTES, 2004), indicada na Figura 3, uma placa instalada no Arpoador pede aos freqüentadores que não levem seus cães à praia.

das pessoas e dos animais, que, quando quardos são saudáveis, ficam expostos a doenças de outros cachorros.

Mesmo os cães mais doces, aparentemente inofensivos, podem oferecer riscos à saúde. Segundo a dermatologista Maria Pauline Kede, animais com verminoses transmitem doenças ao homem.

— A mais comum nestes casos é a *larva migrans*, popularmente conhecida como bicho geográfico, que penetra na pele, provocando muita coceira — explica a médica.

Praia é ruim para cachorro

Se oferecem risco aos banhistas, o dano é ainda maior para os próprios cães. O veterinário e funcionário da Vigilância Sanitária Alberto Cohen explica que a umidade da praia é nociva aos animais.

— A água salgada e a areia causam alergias e mucosas nos cães. Eles também podem desenvolver otites entrando na água. Essa ideia de que é bom levar os animais à praia não existe — afirma Cohen.

Alheio aos problemas, o oficial da Marinha José Augusto Pereira dos Santos leva todas as manhãs seu Labrador para passear na Praia de Ipanema. O cão é manso e anda sem coleira.

— O Iton é dócil, não faz mal a ninguém. E trago ele para a areia somente nos dias de semana, quando a praia está vazia.

É na areia do Arpoador que Jônior, um pastor alemão, vai passar todos os dias.

— O cachorro não pode ficar preso dentro de um apartamento, sentar no sol. Se não for levado para passear, ele faz as necessidades dentro de casa — justifica a empregada Judite Teodora Rodrigues.

Com 12 anos de praia, a husky siberiano do RUI Igor Costas já é conhecida pelos banhistas da Barra. Ele diz que é contra cachorro na praia, exceto no Papé.

— Quem não gosta de cachorro na areia não pode frequentar o Papé. O meu vem aqui há 12 anos e costuma andar sozinho pela praia — disse Costas ao lado da namorada Rafaela Araújo, que levava seu buldog ao local pela primeira vez.

Já a professora Christiane Rodrigues considera indecêto levar cachorro para praia.

— Eu adoro cachorro, mas sei que muitas pessoas não gostam. Prefiro não trazer o meu e deixar de sujar a areia.

Segundo a Guarda Municipal, há seis pontos do Grupamento Especial de Praias no Rio. Com 36 guardas, o patrulhamento é feito no Flamengo, no Leme e em Copacabana. A prefeitura pretende ampliar o projeto, instalando pelo menos um posto na Barra, o que depende da contratação de pessoal. ■

APESAR DE TODO o seu charme, o Labrador Elton contribui para sujar a areia da Praia de Ipanema, onde passeia com seu dono todos os dias úteis, sem coleira

Uma praia de cão

Alheios à proibição, banhistas levam cachorros para sujar a areia



O PASTOR ALEMÃO Jônior na areia do Arpoador com Judite: "Ele precisa tomar sol", justifica ela



PONTO DE ENCONTRO de cães na Praia do Diabo, que virou território livre



IGOR, sua husky e a namorada Rafaela, que levou o buldog ao Papé pela 1ª vez

Saiba o que diz a lei

• O decreto municipal 26.225/2001 proíbe a presença de animais na areia das praias do Rio. Cabe à Guarda Municipal, em particular aos agentes do Grupamento Especial de Praias (GEP), zelar pelo cumprimento da norma, advertindo o dono do cão e pedindo para retirar seu animal do local. Caso se recuse, o infrator pode ser encaminhado à delegacia por desacato à autoridade. Segundo o mesmo decreto, o uso de coleira é obrigatório. É necessário ainda o recolhimento, pelo responsável, das fezes deixadas por seus animais. Se isso não acontecer, o dono do cachorro pode ser multado pela Cumarb. O valor da multa varia de R\$ 28,29 a R\$ 2.829,77.

Fonte: Pontes (2004)

Figura 3 - Matéria publicada no jornal O GLOBO de 02/09/2004.

Entretanto, a presença de cachorros na areia, muitas vezes sem coleira, é freqüente. A Guarda Municipal diz que faz sua parte, advertindo os infratores. A fiscalização, no entanto, deixa a desejar, principalmente em Ipanema, no Leblon e na Barra da Tijuca, onde até há pouco tempo não havia postos do Grupamento Especial de Praias (GEP) (Figura 4).



Fonte: Diário Oficial (29/03/2005)

Figura 4 - Grupamento Especial de Praia (GEP) em ação.

O patrulhamento escasso nessas praias permite que cães passem livremente pela areia. Em 28/03/2005, o Diário Oficial anunciou que a Guarda Municipal ampliou o patrulhamento da orla com a implantação dos serviços do Grupamento Especial de Praia (GEP) na Prainha. No local, foi montada uma tenda, onde três guardas atuarão diariamente no reforço a segurança de banhistas e na fiscalização de irregularidades ao Código de Posturas, como a presença de animais, jogos e churrasco na areia.

4.1.1.3 Pombos

O pombo comum, cujo nome científico é *Columba livia domestica*, é uma ave exótica, que se originou da pomba das rochas, de origem européia, e foi introduzida no Brasil no século XVI. São aves mansas, que se encontram em grande número nos centros urbanos, onde se adaptaram muito bem, devido a vários fatores, dentre eles a facilidade de encontrar

alimento e abrigo. Têm preferência por grãos e sementes. Entretanto, comem também restos de alimentos, pão e até lixo. Dependendo do clima e das condições de alimentação, podem colocar de 1 a 2 ovos por ninhada e ter 5-6 ninhadas ao ano. Nos centros urbanos, o tempo de vida é de 3 a 5 anos. Os gaviões são seus predadores naturais, mas, como não se encontram em grande número nos ambientes urbanos, o controle do crescimento da população torna-se difícil (BONINI, 2004). Apesar de serem o símbolo da paz, os pombos são aves que causam risco à saúde e são difíceis de terem a sua proliferação controlada. A direção do Copacabana Palace Hotel, por exemplo, já conduziu várias tentativas para impedir os incômodos causados pelas aves aos hóspedes na área da piscina (BEZERRA *apud* BOUKAI, 2000).

A Figura 5 mostra a ocorrência de pombos nas areias da praia de Copacabana – Rio de Janeiro.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 5 - Ocorrência de pombos na praia de Copacabana – RJ.

A Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro chegou a apresentar um projeto visando o controle do crescimento da população dos pombos. Entretanto, a presidente da ONG S.O.S. Aves, Lúcia Estrela afirmou que os animais não são os vilões que a maioria da população acredita. Alegou possuir na ocasião um abaixo-assinado com os nomes de 60 veterinários afirmando que pombos não transmitem doenças como asma e toxoplasmose. Acrescentou ainda que esse tipo de informação errada faz parte do imaginário popular e estimula as pessoas a promoverem o envenenamento das aves (ENGELBRECHT, 2004). Tal controvérsia necessita ser avaliada cientificamente. Entretanto, a despeito dos aspectos relacionados à transmissão ou não de doenças pelos pombos, existe um consenso de que as fezes por eles eliminadas nas areias das praias podem contribuir para o aumento da contaminação microbiológica das mesmas.

Segundo Bonini (2004), do Centro de Controle de Zoonoses da Prefeitura de São Paulo, os pombos podem causar as seguintes doenças:

- (i) **Criptococose:** micose profunda, cujo agente etiológico, *Cryptococcus neoformans*, tem afinidade pelo sistema nervoso central. Os sintomas são: febre, tosse, dor torácica. É transmitida através da inalação de poeira contendo fezes de pombos contaminadas pelos agentes etiológicos;
- (ii) **Histoplasmose:** micose profunda, cujo agente etiológico, *Histoplasma capsulatum*, tem afinidade pelo sistema respiratório. Os sintomas que podem ocorrer variam desde uma infecção assintomática até febre, dor torácica, tosse, mal estar geral, debilidade, e anemia. São doenças oportunistas: o indivíduo pode ou não desenvolver a doença, dependendo de seu estado de saúde;

(iii) Ornitose: doença infecciosa aguda, cujo agente etiológico, *Chlamydia psittaci*, tem afinidade pelo sistema respiratório superior e inferior. Os sintomas são: febre, cefaléia, mialgia, calafrios, tosse. São doenças oportunistas: o indivíduo pode ou não desenvolver a doença, dependendo de seu estado de saúde;

(iv) Salmonelose: doença infecciosa aguda, cujo agente etiológico, *Salmonella typhimurium*, tem afinidade pelo sistema digestivo. Alguns dos sintomas são: febre, diarreia, vômitos, dor abdominal. É transmitida através da ingestão de alimentos contaminados com fezes de pombos contendo o agente etiológico;

(v) Dermatites: são provocadas pela presença de ectoparasitas (ácaros) na pele, provenientes das aves ou de seus ninhos.

4.1.1.4 Línguas Negras

As línguas negras são causadas pelas galerias de águas pluviais que desembocam nas areias das praias, quando suas águas são contaminadas por esgoto sanitário, lixo, fezes de animais e outros poluentes. A formação das línguas negras ocorre principalmente quando há contribuição de esgoto clandestino ou após fortes chuvas, quando o lixo, fezes de animais e todo tipo de resíduos dos logradouros públicos são carregados pelas águas da chuva inicial de lavagem para as galerias de águas pluviais (BOUKAI, 2000).

A Resolução SMAC Nº 67, de 07/02/2000, que dispõe sobre ação emergencial mitigadora das línguas negras nas praias do Município do Rio de Janeiro, estabelece uma série de procedimentos por ocasião de ocorrência de chuvas, como remanejamento da areia poluída e aeração da camada superior de areia, no sentido de minimizar seus impactos ambientais, os danos à saúde e os prejuízos à atividade turística.

As Figuras 6 e 7 mostram línguas negras frequentes na praia de São Conrado.



Figura 6 - Língua negra 1 – Praia de São Conrado.

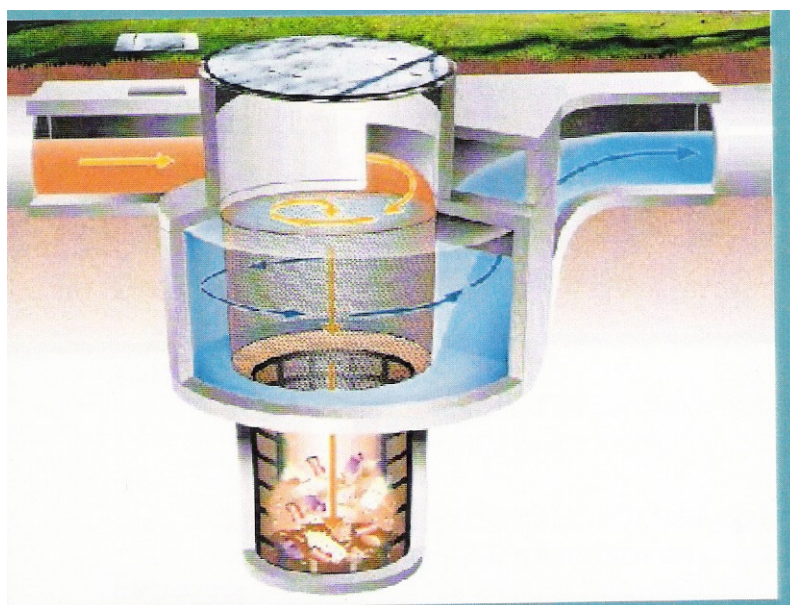


Figura 7 - Língua negra 2 – Praia de São Conrado.

No intuito de se reduzir a descarga de resíduos nas areias das praias, provenientes das galerias de águas pluviais durante a ocorrência de chuvas, foi desenvolvido na Austrália, em 1992, um tipo de separador hidrodinâmico próprio para grandes vazões, indicado na Figura 8, que remove os resíduos do fluxo da rede de drenagem pluvial (CDS TECHNOLOGIES, 2000).

Entrada →

→ Saída



Compartimento de armazenagem
de resíduos

Fonte: CDS (2000)

Figura 8 - Separador Hidrodinâmico.

Após uma trajetória helicoidal do fluxo, grande parte dos resíduos é retida e armazenada num compartimento inferior, evitando o entupimento do separador mesmo em grandes vazões características de chuvas torrenciais. Centenas de unidades já foram instaladas na Austrália, Canadá e Estados Unidos. Mesmo no caso de falta de manutenção e limpeza por parte dos órgãos públicos, o fluxo de águas pluviais não é prejudicado, já que o compartimento de armazenamento dos resíduos se localiza fora do fluxo.

4.1.1.5 Fungos

Há sugestões de que a presença de fungos está relacionada com resíduos deixados pelos frequentadores das praias e/ou influência das marés (MENDES et al, 1998 *apud* WHO, 2003). Existem milhares de tipos de fungos, mas apenas cerca de 100 são patogênicos, sendo que praticamente todas as pessoas ficam expostas a eles. Quando encontram condições favoráveis, como umidade e calor excessivos, os fungos se reproduzem e podem causar doenças (BRESSAN, 2005).

4.1.1.6 Influência da Água do Mar

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), a relação entre os índices de microorganismos nas areias de praia (coliformes, *enterococos*) e nas águas adjacentes tem sido objeto de pesquisas, porém, aparentemente, com resultados contraditórios. Segundo aquela organização, num estudo realizado na Itália, foi observada uma correlação significativa entre contaminação de areias e contaminação de águas adjacentes, apesar dos índices bacterianos nas areias serem superiores aos observados nas águas. Além disso, esta mesma tendência foi também observada em praias de Barcelona, e, em contraste com o estudo realizado na Itália, os níveis de contaminação não foram significativamente diferentes entre a água e a areia.

Mendes et al. (1993 *apud* WHO, 2003) estudaram a influência das marés nos índices de contaminação fecal e de microorganismos patogênicos na areia, não tendo encontrado diferenças claras.

Obiri-Danso & Jones (1997 *apud* WHO, 2003), em análises de amostras de sedimentos em praias do Reino Unido obtidas antes e depois do efeito das marés, não encontraram diferenças significativas no índice de microorganismos fecais.

4.1.2 Microorganismos Patogênicos e Doenças Associadas

As relações entre os seres vivos podem ser harmônicas, quando nenhuma das espécies participantes do processo sofre qualquer tipo de dano ou prejuízo, ou desarmônicas, quando ocorre algum dano para alguma espécie envolvida. O parasitismo é uma forma de relação desarmônica que caracteriza a espécie que se instala no corpo da outra, o hospedeiro, dela retirando matéria para a sua nutrição e causando-lhe, em consequência, danos cuja gravidade pode variar desde pequenos distúrbios até a própria morte do indivíduo parasitado. Os parasitas compreendem protozoários, bactérias, fungos, vírus e vermes. As doenças causadas são denominadas de protozooses, bacterioses, micoses e viroses (SOARES, 1998b).

Os microorganismos representam um componente significativo da areia de praia. Bactérias, fungos, parasitas e vírus têm sido isolados da areia, sendo que vários gêneros e espécies são potencialmente patogênicos. Dessa forma, tem sido manifestada a preocupação pela possibilidade da areia de praia poder atuar como reservatório de vetores de infecções (NESTOR et al, 1984; CODINACHS et al, 1988; MENDES et al, 1997, *apud* WHO, 2003).

A Resolução CONAMA 274/2000 recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia de praia para futuras padronizações, sem, entretanto, estabelecer os gêneros ou espécies de microorganismos que devem ser avaliados.

A lei municipal 3.210, de 05/04/2001, estabelece como areia de qualidade imprópria aquela que apresenta microorganismo, larvas e ovos de parasitos, em quantidade e qualidade

tais, que possam provocar agravos à saúde humana. Entretanto, não identifica gêneros ou espécies de microorganismos, nem as concentrações limites.

Um levantamento de diferentes grupos de microorganismos patogênicos e parasitos que podem contaminar as areias das praias é apresentado a seguir.

4.1.2.1 Fungos

Os fungos pertencem ao reino Fungi, um dos cinco reinos dos seres vivos na natureza. Existem fungos microscópicos e macroscópicos. Dentre os primeiros, há espécies de vida livre, saprófitas, nutrindo-se da matéria orgânica disponível no meio ambiente. Esses fungos formam o bolor ou mofo. As espécies que desenvolvem atividades fermentativas são conhecidas como leveduras. Outras espécies são patogênicas, têm atividade parasitária, causam doenças nos vegetais e nos animais, inclusive o homem. Tais doenças são denominadas micoses (SOARES, 1998a). Fungos que normalmente são encontrados no meio ambiente como saprófitas podem atuar como patogênicos oportunistas em pacientes imunodeprimidos (HOOG et al, 2000 *apud* WHO, 2003).

Nas micoses superficiais, os fungos ficam na camada externa da pele, ao redor de pelos ou nas unhas, alimentando-se de uma proteína chamado queratina. Cerca de 30% da população mundial tem problemas causados por micoses superficiais. Nas micoses profundas, os fungos disseminam-se através da circulação sanguínea e linfática. Podem infectar a pele e órgãos internos, como pulmões, intestinos, ossos ou sistema nervoso (BRESSAN, 2005).

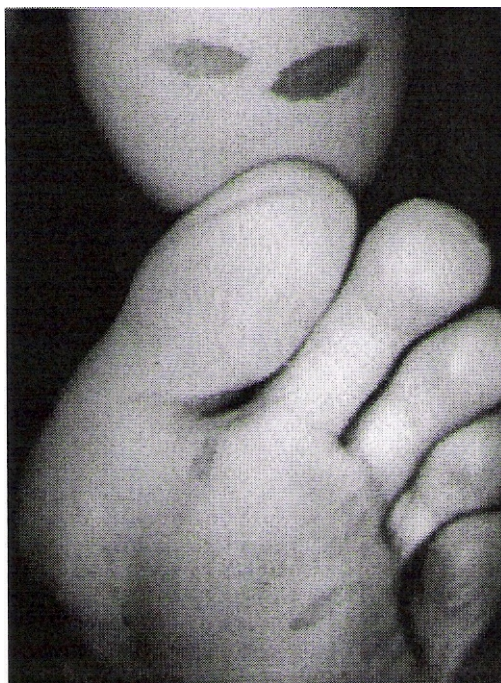
As micoses disseminam-se principalmente no verão, são contagiosas e podem ser causadas por fungos encontrados na areia da praia. Entre os tipos mais comuns de causadores de dermatoses encontram-se os dermatófitos. Conhecidos como causadores de frieira quando atingem os vãos entre os dedos dos pés, também se alojam em outras partes do corpo

provocando descamação da pele e coceira (CAMPOS, 2003).. Estudos realizados por Soussa (1990) em praias portuguesas constataram a presença de dermatófitos, causadores de micoses cutâneas, em 42% de amostras de areia de praia

Também o fungo causador da candidíase segue a tendência a se proliferar mais no verão e pode ser contraído em contato com areia de praia. Em crianças, é o que se costuma chamar de sapinho e brotoeja. Forma pequenos pontos vermelhos e causa coceira nos genitais e em mucosas, como o canto da boca (CAMPOS, 2003).

A impinge, um tipo de micose de pele conhecida no meio médico como dermacitose, também pode ser contraída através de contato com areia de praia.

A *Tinea nigra* (Figura 9) é uma micose superficial causada por fungo demáceo denominado *Phaeoannellomyces werneckii*, que acarreta infecção crônica da camada córnea da epiderme, caracterizando o aparecimento de máculas castanho-enegrecidas (GIRALDI et al, 2003).



Fonte: Giraldi et al (2003).

Figura 9 – Micose *Tinea nigra*.

Estão listados a seguir alguns fungos referenciados em estudos de contaminação de areia de praias.

- *Aspergillus sp* é um gênero de fungos filamentosos encontrados no ambiente que podem causar Aspergiloses, na forma invasiva, alérgica ou tóxica. As espécies de *Aspergillus* são oportunistas podendo infectar diversos órgãos em indivíduos imunodeprimidos (ABAE, 2002).
- *Cândida sp* são leveduras pertencentes ao gênero *Cândida*, que podem causar infecções cutâneas, das mucosas, nas unhas e mais raramente infecções disseminadas e profundas em indivíduos debilitados ou imunodeprimidos. Deste grupo fazem parte espécies que têm mostrado patogeneicidade (ABAE, 2002).
- *Chrisosporium sp* são fungos filamentosos que ocasionalmente são isolados da pele e unhas, e podem causar infecções (ABAE, 2002).
- *Epidermophyton sp* são fungos filamentosos pertencentes ao grupo dos dermatófitos. Podem causar infecções do couro cabeludo e mais raramente das unhas e pele em humanos (ABAE, 2002).
- *Fusarium sp* são fungos filamentosos, normalmente considerados contaminantes, agentes freqüentes de infecções oculares, mais raramente infecções da pele e das unhas, e infecções sistêmicas em doentes imunodeprimidos. As espécies deste gênero são potencialmente toxinogênicas (ABAE, 2002).
- *Microsporum sp* são fungos filamentosos, pertencentes ao grupo dos dermatófitos. Podem causar infecções do couro cabeludo (tinea capitis) e da pele (tinea corporis). Algumas espécies são hospedeiras de animais domésticos (ABAE, 2002).
- *Rhodotorula sp* são leveduras, normalmente consideradas contaminantes, que podem infectar pacientes imunodeprimidos (ABAE, 2002).

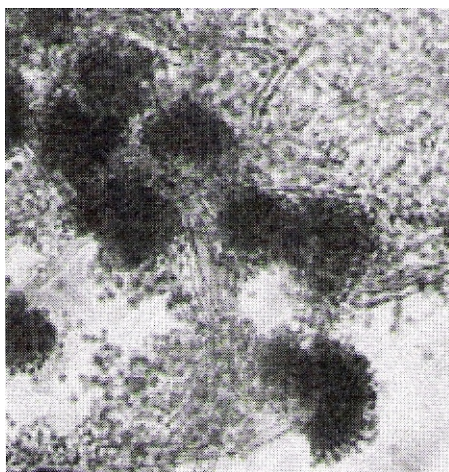
- *Scopulariopsis sp* são fungos filamentosos, normalmente considerados contaminantes, mas ocasionalmente associados a infecções da córnea e das unhas (ABAE, 2002).
- *Scedosporium sp* são fungos filamentosos que podem causar infecções sub-cutâneas (micetomas) e infecções profundas, ou pneumonias por aspiração de águas contaminadas em doentes imunodeprimidos. Podem ser encontrados como colonizadores de pulmões em doentes com fibrose quística (ABAE, 2002).
- *Scytalidium sp* são fungos filamentosos que podem provocar infecções da pele e unhas das mãos e dos pés (ABAE, 2002).
- *Trichophyton sp* são fungos filamentosos, pertencentes ao grupo dos dermatófitos, querotinafílicos, que podem infectar qualquer parte do corpo, principalmente unhas, peles e cabelos (ABAE, 2002).
- *Wallemia sp* são fungos filamentosos, isolados do solo, ar, alimentos desidratados, homem e animais. Podem provocar infecções sub-cutâneas (ABAE, 2002).

As Figuras 10 e 11 mostram exemplos de fungos vistos ao microscópio.



Fonte: ABAE (2002)

Figura 10 - Fungos leveduriformes *Candida sp.*



Fonte: ABAE (2002)

Figura 11 - Fungos filamentosos *Aspergillus niger*.

4.1.2.2 Bactérias

As bactérias pertencem ao reino Monera e são os seres mais amplamente disseminados pela face da Terra. Grande parte vive em saprofitismo, nutrindo-se de matéria orgânica em decomposição no meio ambiente. Encontram-se no ar, na água e no solo, vivendo muitas delas livremente, por seus próprios recursos, enquanto outras se adaptam a outros organismos, parasitando-os ou com eles vivendo em mutualismo. Podem ser patogênicas, causando doenças aos seres humanos. Dependendo da sua forma geométrica, podem ser do tipo cocos (grânulos arredondados), bacilos (bastonetes), espiroquetas (filamentos espiralados) e vibriões (bastões em forma de vírgula) (SOARES, 1998a).

Espécies de bactérias típicas de esgoto sanitário e que podem causar doenças têm sido isoladas de areia de praia (WHO, 2003). Foi registrada uma maior concentração de bactérias e maior período de sobrevivência em praias próximas a descarga de esgoto sanitário (BORREGO et al, 1991 *apud* WHO, 2003). Estão listadas a seguir algumas bactérias referenciadas em estudos de contaminação de areia de praias.

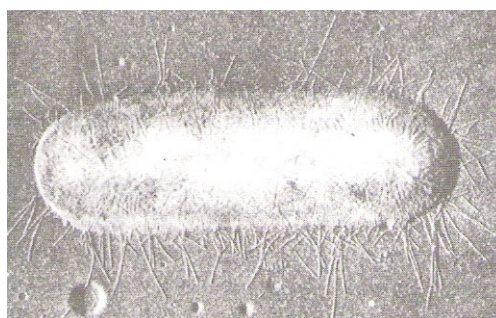
- *Campylobacter jejuni* são bactérias que podem causar gastrinterite (WHO, 2003). Foram isoladas em praias de Israel, tanto na água quanto na areia, em concentrações maiores na areia (GHINSBERG et al, 1994 *apud* WHO, 2003).
- *Clostridium perfringens* são bactérias que podem causar gastrinterite (WHO, 2003). Foram isoladas da areia de várias praias de Portugal (Mendes et al, 1993 *apud* WHO, 2003). Bonadonna et al (1993) sugeriram o seu uso como indicador de contaminação fecal em areia (WHO, 2003).
- Coliformes fecais são bactérias termotolerantes pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44 - 45 °C em

meios contendo sais biliares ou outros agentes tensoativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica (CONAMA, 2000).

- *Escherichia coli* (*E. coli*) são bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, caracterizadas pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Crescem em meio complexo a 44-45° C, fermentam lactose e manitol com produção de ácido e gás e produzem indol a partir do aminoácido triptofano. São abundantes em fezes humanas e de animais, tendo somente sido encontradas em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (CONAMA, 2000).
- *Enterococos* são bactérias do grupo dos estreptococos fecais, que se caracterizam 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°C a 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococos* é de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais (CONAMA, 2000).
- *Pseudomonas aeruginosa* são bacilos Gram negativos estritos, não possuidores de citocromo-oxidase que se desenvolvem a (42±1) °C e produzem pigmentos como a piocianina e a pioverdina. São potencialmente patogênicos, sobretudo por contato com lesões da pele e mucosas, dando origem a infecções purulentas graves, sendo muito resistentes a antibióticos. Têm a capacidade de se reproduzir nas condições ambientais em águas e são usadas como indicadores de presença de outros patógenos de origem hídrica (ABAE, 2002). Em um estudo realizado em Israel (GHINSBERG et al, 1994 *apud* WHO, 2003), foram encontrados tanto na água como na areia de praia. Segundo aquele estudo, o isolamento de várias espécies de *Pseudomonas* foi proporcionalmente maior em amostras de areia do que em água de praia.

- *Shigella sp* - bactérias que podem causar gastrinterite. Foram isoladas por Dabrowski (1982) em praias da baía de Gdansk, Polônia (WHO, 2003).
- *Staphilococcus sp* - segundo alguns estudos, trata-se de gênero de microorganismos que predomina na areia de praia (DOWIDART & ABDEL-MONEM, 1990, *apud* WHO, 2003). A origem de *Staphilococcus* na areia de praia é atribuída à atividade humana. Sua ocorrência tem sido correlacionada com a quantidade de banhistas na praia (PAPADAKIS et al, 1997 *apud* WHO, 2003).
- *Vibrio sp* - algumas espécies têm sido encontradas em águas e bancos de areia de praias na África (ALDOVA, 1989 *apud* WHO, 2003).

A Figura 12 mostra a fotomicrografia da bactéria *Escherichia coli*



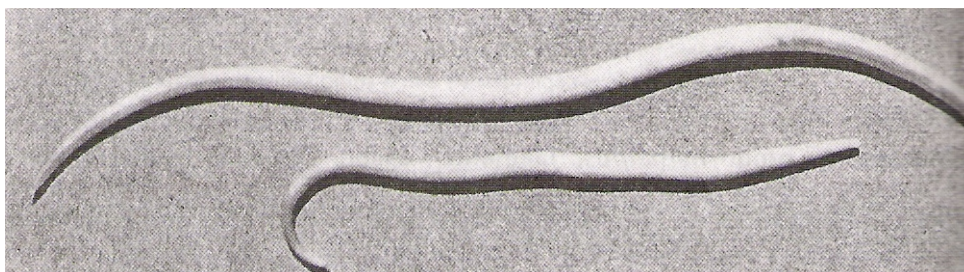
Fonte: Soares, (1998a).

Figura 12 - Fotomicrografia da bactéria *Escherichia coli*.

4.1.2.3 Parasitas

Os protozoários pertencem ao reino Protista. Muitos vivem na água estagnada, nutrindo-se da matéria orgânica em decomposição. Outros adaptam-se à vida parasitária e, no corpo de outros seres vivos, encontram condições adequadas à sobrevivência e à reprodução. Podem ser patogênicos, causando doenças aos seres humanos (SOARES, 1998a).

O filo dos asquelmintos (nematelmintos) pertence ao reino Animalia. É um filo extremamente numeroso e polimórfico. Existem espécies parasitas patogênicos, podendo causar doenças aos seres humanos, mas a maioria é de vida livre. O *Ascaris lumbricoides* (Figura 13) é um dos nematelmintos parasitas do homem mais generalizados em todo o mundo (SOARES, 1998a).



Fonte: Soares (1998a)

Figura 13 - *Ascaris lumbricoides* ou lombriga comum.

O filo dos platelmintos é formado por animais que integram o grupo dos vermes achatados. Os platelmintos trematódios são adaptados à vida parasitária, causando doenças do grupo das verminoses (SOARES, 1998a).

Entre as doenças que podem ser transmitidas por parasitas encontrados em excrementos de animais domésticos, podem ser citadas:

(i) Parasitoses: Areia contaminada com fezes de cães e gatos podem transmitir parasitoses, causando febre alta e aumento do baço e do fígado (MIGOWSKI apud VELASCO, 2004).

(ii) Larva migrans cutânea: Areia contaminada com fezes de cães pode transmitir a larva migrans cutânea, que provoca coceira na pele e favorece infecções (MIGOWSKI apud VELASCO, 2004). É causada por ovos de helmintos *Ancylostoma* spp, um geohelminto que parasita cães e gatos. Após a penetração na epiderme, as larvas migram no tecido subcutâneo ocasionando reações inflamatórias caracterizadas por prurido intenso e erupções de aspecto serpiginoso, observadas mais freqüentemente nos membros inferiores, e, eventualmente em outras regiões como couro cabeludo e face. No Brasil, é causada pelas larvas de *Ancylostoma brasiliense* e *A. caninum* (SANTARÉM et al, 2004). Quando a larva infecta um indivíduo através da pele, ela realiza migrações na hipoderme (Figura 14), deixando atrás de si um rastro sinuoso denominado “bicho geográfico” (SMAC, 2000).



Fonte: (LIMA, 2005)

Figura 14 - Rastro sinuoso causado pela larva migrans cutânea.

(iii) Larva migrans visceral: Areia de praia contaminada com fezes de filhotes de cães pode transmitir a larva migrans visceral (VELASCO, 2004) (Figura 15). Quando uma pessoa ingere ovos infectantes, eles eclodem no intestino delgado e posteriormente penetram em vários órgãos como fígado, pulmões, rins, coração, músculos e olhos (SMAC, 2000).

(iv) Toxoplasmose: Fezes de cães e gatos podem transmitir toxoplasmose, que pode levar à cegueira (MIGOWSKI *apud* VELASCO, 2004).



Figura 2:
Presença de
diversas
lesões papu-
lo-eritem-
atosas,
agrupadas e
confluentes
em região
anterior do
tronco.

*Figure 2:
Presence of
diverse papu-
lar-erythema-
tous lesions
in groups
and conflu-
ent in the
anterior
region of the
trunk*

Fonte: Machado, A. B. et al.(2003).

Figura 15 - Lesões na região anterior do tronco de um paciente infectado por larva migrans visceral.

A seguir, são listados alguns parasitas referenciados em estudos de contaminação de areia de praias.

- *Toxocara canis* é um parasita pertencente à família *Ascarididae* e agente mais comum da larva migrans visceral. Infesta frequentemente filhotes de cães. Quando uma pessoa ingere ovos infestantes, eles eclodem no intestino delgado e posteriormente penetram em vários órgãos como fígado, pulmões, rins, coração, músculos e olhos (SMAC, 2000). Num estudo em praias de Marselha na França, o *Toxocara canis* foi o parasita mais freqüentemente encontrado (CONSEIL SUPERIEUR D'HYGIENE PUBLIQUE DE FRANCE, 1990 *apud* WHO, 2003). Já noutro estudo realizado na Austrália, em praias onde é permitida a presença de cachorros, não foram encontrados esses parasitas ou quaisquer ovos e larvas de outros parasitas (DUNSMORE et al, 1984 *apud* WHO, 2003). Neste estudo foi enfatizado que a presença de filhotes de cachorros, e não animais adultos representa o maior perigo para os banhistas. A comparação entre os resultados de dois estudos torna-se difícil quando não existe um padrão comum para os procedimentos de amostragem de areia.
- *Ancylostomatidae* é uma família de parasitas que inclui a larva migrans cutânea. Quando a larva infecta um indivíduo através da pele, ela realiza migrações na hipoderme, deixando atrás de si um rastro sinuoso denominado “bicho geográfico” (SMAC, 2000).

4.1.3 Despoluição de Areia de Praia

4.1.3.1 Efeitos da Radiação Solar

O sol emite um amplo espectro de radiação eletromagnética, e a maior parte dela é nociva aos seres vivos porque pode causar alterações deletérias no material genético das células, o DNA (BAIRD, 2002). Esta propriedade confere à radiação solar a capacidade de matar microorganismos presentes na superfície da areia da praia. Grande parte da radiação nociva é absorvida pelas camadas superiores da atmosfera, principalmente pela camada de ozônio. Entretanto, uma parte atinge a superfície terrestre. Os principais efeitos danosos da absorção de luz solar ocorrem num comprimento de onda de aproximadamente 300 nanômetros (nm) da faixa de radiação ultravioleta, ou seja, na faixa UV-B. A Tabela 2 mostra as faixas do espectro solar de maior interesse ambiental (BAIRD, 2002).

Tabela 2 - Faixas do Espectro Solar de Maior Interesse Ambiental.

Comprimento de Onda (nm)	Tipo de Radiação
Menor que 50	Raios X
50 a 400	Raios ultravioleta UV-C (200 a 280 nm) UV-B (280 a 320 nm) UV-A (320 a 400 nm)
400 a 750	Radiação visível
Maior que 750	Infravermelho

Fonte: Baird (2002).

A Lei Orgânica do Município obriga o Poder Público a garantir a limpeza e a qualidade da areia de praia, e o direito ao sol. Por isso, foi criado o Decreto Nº 18038, de 28/10/1999, que condiciona o licenciamento de hotéis na orla marítima ao estudo de sombra, visando garantir a incidência solar num determinado horário e a melhoria da qualidade sanitária da areia das praias. Os imóveis que existem atualmente na orla marítima, e que não atendem a este requisito, foram construídos antes da entrada em vigor deste decreto.

4.1.3.2 Procedimentos de Limpeza de Areia de Praia

Segundo Bartram & Rees (*apud* WHO, 2003), a limpeza mecânica pode eliminar os resíduos grosseiros misturados com a areia, reduzindo a disponibilidade de matéria orgânica e, conseqüentemente, reduzindo o desenvolvimento de microorganismos. Entretanto, segundo Llewellyn & Shackley (*apud* WHO, 2003), a limpeza mecânica pode perturbar as condições ecológicas naturais da areia.

As Figuras 16 e 17 mostram um dos tipos de máquina de limpeza de areia utilizado. Além de recolher os resíduos, promove a aeração da camada superficial e a incidência de radiação solar na camada inferior de areia.



Fonte: CDS (2000)

Figura 16 - Máquina de limpeza mecânica de areia de praia – 1.



Fonte: CDS (2000).

Figura 17 - Máquina de limpeza mecânica de areia de praia – 2.

No caso de necessidade de tratamento de areias poluídas de praia, pode-se lançar mão de métodos simples, como coleta de lixo e aeração, associados à vigilância para evitar a presença de animais domésticos (FIGUERAS et al, *apud* WHO, 2003).

A Resolução SMAC 67/2000, que dispõe sobre ação emergencial mitigadora das línguas negras nas praias do Município do Rio de Janeiro por ocasião da ocorrência de chuvas, prevê o remanejamento da areia atingida por língua negra, substituindo-a por porção igual de areia limpa obtida próximo à água do mar, e aeração da camada superior da areia por processo de escarificação.

Estudos de investigação da qualidade microbiológica de areia de praia indicaram que medidas de higiene e limpeza conduziram a uma sensível melhora da qualidade (FERNANDEZ & FERRER, *apud* WHO, 2003). Em alguns casos são aplicados desinfetantes químicos sem que sejam avaliados eventuais efeitos tóxicos. O Conselho Superior de Higiene Pública da França tem argumentado que não há evidências que demonstrem esta necessidade para uma desinfecção eficiente de areia de praia. Ainda segundo este Conselho, o uso de toalhas pelos banhistas, higiene pessoal adequada, proibição de presença de animais e limpeza regular da areia são medidas importantes para a manutenção da qualidade sanitária da areia (WHO, 2003).

4.1.3.3 Cumprimento da Legislação Vigente

Provavelmente, se a legislação vigente fosse cumprida, principalmente a que diz respeito à proibição de presença de animais domésticos e ao manuseio adequado do lixo, haveria uma redução na poluição de areia das praias, com minimização do risco de transmissão de doenças aos seus freqüentadores.

4.2 Estabelecimento de Padrões Sanitários para Areia de Praia

4.2.1 Estabelecimento de Padrões Sanitários para Proteção da Saúde Pública

O estabelecimento de indicadores sanitários e respectivos valores limites para proteção da saúde pública implica em realização de pesquisas de alto custo e de longa duração, uma vez que são necessários estudos epidemiológicos que permitam obter a correlação entre os padrões estabelecidos e o nível resultante de incidência de doenças. Além disso, é comum haver divergências entre pesquisadores, órgãos de saúde e órgãos ambientais.

4.2.1.1 *Padrões de balneabilidade de água de praia*

No caso de qualidade sanitária de água de praia, até o presente não foi ainda possível a obtenção de unanimidade de opinião por parte dos pesquisadores, quanto aos padrões de balneabilidade, a despeito dos muitos estudos já realizados nesse campo.

Gonçalves & Souza (1997) levantaram um breve histórico sobre a evolução dos padrões de qualidade para água de praia, resultando na seguinte seqüência (SALAS, 1985 *apud* GONÇALVES & SOUZA, 1997):

- Em 1928, surgem as primeiras sugestões sobre padrões de qualidade para águas marinhas, num estudo sobre o Porto de New Haven, EUA, que estabeleceu o limite de 100 coliformes totais por 100 ml para contato primário. Entretanto, não foi apresentada justificativa para este limite e nem para a escolha de coliformes totais como indicador.
- Nos anos 40 foi desenvolvido o padrão “Califórnia”, de 1.000 coliformes totais por 100 ml, baseado em considerações estritamente estéticas. Segundo este padrão, as

praias se mantinham esteticamente satisfatórias e sem evidências visuais de poluição por descargas de esgotos sanitários, quando atendido em mais de 80% do tempo.

- Em 1959, foi considerado que “nadar em águas moderadamente contaminadas não constitui um risco significativo, e, portanto, padrões de balneabilidade seriam irrelevantes” (MOORE, 1959 *apud* GONÇALVES & SOUZA, 1997).
- Em 1972, após o desenvolvimento de um projeto pelo Comitê sobre Qualidade de Água da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, concluiu-se que “não se deve fazer qualquer recomendação específica concernente à presença ou concentrações de microorganismos em águas de recreação, devido à insuficiência de dados epidemiológicos válidos”.
- Estudos realizados entre 1973 e 1975 em praias de Nova York concluíram que os *Enterococci*, como organismos indicadores, apresentam uma melhor correlação com sintomas gastrintestinais atribuídos à natação em águas contaminadas do que os coliformes. Estudos posteriores confirmaram a superioridade dos *Enterococci* como organismos indicadores, sendo desenvolvida uma correlação linear entre a densidade média de Enterococci por 100 ml e os sintomas gastrintestinais associados à natação, por 1.000 indivíduos.
- Em 1984, a USA Environment Protection Agency (US EPA, 1984) concluiu que, utilizando o critério de 200 coliformes fecais por 100 mililitros, os níveis de risco de ocorrência de doenças gastrintestinais são de 15 casos por 1.000 pessoas em águas marinhas e de 6 casos por 1.000 pessoas em águas doces.

Antes da criação dos órgãos ambientais no Brasil, os projetos de estudos de poluição marinha utilizavam o padrão “Califórnia” desenvolvido nos anos 40, de 1.000 coliformes totais por 100 ml. “Havia no Brasil o reconhecimento da dificuldade de se obter uma

correlação entre os níveis de contaminação das águas indicados pela contagem de coliformes na água do mar e seus efeitos na saúde dos banhistas“ (GONÇALVES & SOUZA, 1997).

De 1986 até o ano 2000, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) considerou os coliformes fecais e os coliformes totais como indicadores para balneabilidade, com limites estabelecidos através da Resolução CONAMA 20/86. Entretanto, no ano de 2000, através da Resolução CONAMA 274, foram desconsiderados os coliformes totais como um dos indicadores de balneabilidade e introduzidos os *Enterococos* e a bactéria *E. coli* como novos indicadores.

4.2.1.2 Padrões sanitários para areia de praia

No caso de poluição de areia de praia, cujos estudos são bem mais recentes do que os relativos a balneabilidade de água de praia, as dificuldades para o estabelecimento de padrões de qualidade sanitária de consenso entre os pesquisadores ainda são muito grandes. Não foi encontrada legislação consolidada sobre qualidade sanitária de areia de praia que esteja em vigor em algum país. A literatura disponível, sob a forma de pesquisas de órgãos de saúde, órgãos ambientais, centros de pesquisas ambientais e trabalhos apresentados em congressos e seminários é bem menor do que a existente para água de praia, e aponta para conclusões e recomendações divergentes.

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003) concluiu que “não há evidências suficientes que justifiquem o estabelecimento de indicadores e limites para microorganismos patogênicos em areia de praia”.

Por outro lado, a Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE, 2002), após intenso trabalho de pesquisa, estabeleceu valores limites para indicadores sanitários, como coliformes totais, *E. coli*, *Enterococos* intestinais, fungos, dermatófitos e leveduras. Para os indicadores

micóticos, tomou como base os resultados obtidos em análises de areia de praias de diferentes níveis de ação antrópica do litoral de Portugal, e estabeleceu valores médios para os parâmetros selecionados. Para os indicadores bacteriológicos, utilizou os mesmos limites aceitos para balneabilidade de água de praia, adaptados para areia.

O projeto piloto realizado pela SMAC (2000) estabeleceu os padrões de colimetria com base nos resultados obtidos em análises de areia de uma praia de baixa ação antrópica.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, em função da grande incerteza científica internacional, decidiu não estabelecer padrões sanitários para areia de praia, mas apenas recomendar aos órgãos ambientais, através da Resolução 274/2000, a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas para futuras padronizações (CONAMA, 2000a).

Observa-se, dessa forma, o grau de dificuldades quando se trata de estabelecimento de parâmetros que envolvem saúde pública, e que sejam de consenso entre os pesquisadores no assunto.

4.2.2 Indicadores Sanitários para Areia de Praia Propostos na Literatura

Dentre os trabalhos consultados, vários apresentaram resultados de análises de amostras de areia, registrando a ocorrência de microorganismos patogênicos, porém poucos foram os que efetivamente apresentaram propostas de indicadores sanitários e seus respectivos limites.

4.2.2.1 *Areia de praias em Portugal (1994/1995)*

Um estudo de qualidade sanitária de areia de praias em Portugal foi realizado no período de 1994/1995 no arquipélago dos Açores (MENDES et al, 1997), com o objetivo principal de

verificação da aplicabilidade dos padrões de qualidade microbiológica propostos por Mendes et al (1993, *apud* MENDES et al, 1997). Os valores propostos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores Máximos Propostos para Indicadores de Qualidade de Areia de Praia (em NMP/g de areia e pfc/g de areia).

Indicador	Valor Máximo Proposto
Coliformes totais	10.000 NMP
Coliformes fecais	1.000 NMP
<i>Enterococos</i> fecais	100 NMP
<i>Cândida</i> sp	10 pfc

Fonte: Mendes et al (1997).

pfc – pontos formadores de colônias; NMP – Número Mais Provável

Os resultados indicaram que: (i) Os padrões propostos acima poderiam complementar o critério de avaliação de qualidade de praias utilizado pela organização Bandeira Azul da Europa para balneabilidade das águas; (ii) *Enterococos* fecais podem ser um melhor indicador do que coliformes fecais e coliformes totais; e (iii) Fungos poderiam ser também usados como indicadores. Posteriormente, em função dos resultados obtidos em praias ao longo do litoral português, foi proposto que, além do fungo do gênero *Cândida*, também o gênero *Scopulariopsis* poderia ser utilizado como indicador, com valor máximo proposto de 12 pfc por grama de areia (MENDES et al, 2002).

4.2.2.2 Projeto da Associação Bandeira Azul da Europa, Portugal (2001/2002)

No período de 2001/2002, a Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE, 2002) promoveu a realização do projeto “Qualidade Microbiológica de Areias de Praias Litorais”,

orientado para o desenvolvimento de critérios científicos de caracterização da qualidade das areias das praias de Portugal, procurando-se testar indicadores e métodos de aferição da qualidade das areias. Segundo o presidente da ABAE, José Archer, tal projeto poderia desencadear uma discussão na União Européia para que se legisle neste campo, e seus resultados venham a ser utilizados em toda a Europa como instrumentos de monitoramento e de informação ao público. Os objetivos estabelecidos pelo projeto foram: (i) Proceder a avaliação da contaminação microbiológica das areias das praias das cinco regiões de Portugal; (ii) Estudar a radiação solar sobre a flora microbiana da areia superficial; (iii) Selecionar os melhores indicadores de qualidade a utilizar no monitoramento da qualidade das areias das praias; (iv) Determinar os níveis desses indicadores; (v) Implementar e comparar os métodos adequados à análise microbiológica de areias; (vi) Elaborar recomendações para monitoramento e para métodos de gestão que proporcionem uma boa qualidade das areias; (vii) Elaborar normas de conduta de utilização das praias pelos freqüentadores.

Foi também ressaltada a importância da Educação Ambiental dos freqüentadores das praias, assim como da gestão da empresa de limpeza das praias, já que suas atuações têm influência direta na qualidade da areia.

Com o objetivo de estabelecer limites de contaminação aceitáveis, o projeto foi desenvolvido com base na comparação de três grupos de praias com níveis de qualidade crescente: praias classificadas como de má qualidade pelo órgão ambiental local, praias de boa qualidade de balneabilidade e praias com baixa ocupação humana (selvagens).

Indicadores Micológicos - Na avaliação de concentração de fungos, foi observado (ABAE, 2002) que a areia seca sempre acusou resultados superiores aos da água e da areia úmida, razão pela qual esta foi a zona recomendada para avaliação num eventual monitoramento de fungos. O limite mínimo proposto para os indicadores micológicos foi

calculado a partir de valores máximos da areia seca detectados nas praias selvagens; o limite máximo foi calculado a partir da média entre o valor máximo obtido nas praias selvagens e o valor máximo nas de elevada ocupação humana, na areia seca.

É importante observar que os indicadores e seus respectivos limites, mostrados na Tabela 4, não foram estabelecidos com base em estudos epidemiológicos, mas por comparação e composição de resultados obtidos em amostras de praias de três classes de balneabilidade e nível de ocupação. O parâmetro “número total de fungos” foi calculado a partir do somatório dos resultados dos diferentes grupos em cada praia.

Tabela 4 - Valores Limites Mínimos e Máximos dos Indicadores Micológicos (pfc por grama de areia)

Indicador	Valores Limites
Leveduras	30 - 60
Fungos potencialmente patogênicos	70 - 85
Dermatófitos	1 - 15
Total de fungos	300 - 560

Fonte: ABAE (2002)

Indicadores Bacteriológicos - Os valores propostos como limites máximos admissíveis e limites máximos recomendados para um grama de areia (ABAE, 2002), mostrados na Tabela 5, foram baseados nos valores limites aceitos para um grama (ou um mililitro) de água na classificação de balneabilidade de praia.

Tabela 5 - Valores Limites de Indicadores Bacteriológicos (NMP/g de areia)

Indicador	Valor Máximo Recomendável	Valor Máximo Admissível
Coliformes totais	5	100
<i>E. coli</i>	1	20
<i>Enterococos</i> intestinais	1	20

Fonte: ABAE (2002)

Este critério considerou que a superfície de contato de um grama de água com a pele e mucosas de um indivíduo é muito superior à superfície de contato de um grama de areia. Além disso, a fluidez da água possibilita maior facilidade de liberação de bactérias a partir da água do que da areia. Assim sendo, tais valores limites aplicados para areia foram considerados mais conservativos e a favor da segurança com relação à sua aplicação para água.

A proposta considerou uma praia como sendo de má qualidade (imprópria), quando um dos valores encontra-se acima dos valores máximos propostos para os indicadores.

Uma comparação de métodos de análise bacteriológica realizada no projeto da ABAE (2002) permitiu concluir que o método do número mais provável (NMP) e o método de contagem de pontos formadores de colônias (pfc) por membrana de filtração são equivalentes.

O estudo (ABAE, 2002) considerou que para o monitoramento da qualidade microbiológica da areia, é suficiente a análise da areia seca. A água já forneceria informação que pode dispensar a análise da areia molhada, pois foi demonstrada uma correlação significativa entre estas duas variáveis durante a pesquisa.

Foi também encontrada uma correlação significativa entre a areia seca e a areia molhada. Esta última apresentou, em média, concentrações de microorganismos mais baixas que a areia seca e a água no mesmo local.

4.2.2.3 Uso de padrões de qualidade de água na avaliação da areia (Rio de Janeiro)

Num trabalho realizado sobre qualidade sanitária das areias de praias do Município do Rio de Janeiro (COSTA E SILVA & PASTURA, 2000), foi feito um exercício de comparação dos resultados de colimetria das amostras de areia, utilizando os mesmos padrões de balneabilidade para água do mar. Segundo os autores, este recurso foi usado em função da falta de critérios oficiais regularmente estabelecidos, tanto microbiológicos quanto parasitológicos. Os autores reconheceram que comparar a colimetria de areia com padrões para água do mar é efetuar um paralelo rigoroso, uma vez que na água, o contato íntimo é muito maior do que na areia. Além disso, foram citados fatores importantes, como as diferenças entre os meios água e areia em termos de homogeneidade e movimentação, os critérios diferenciados de amostragem, bem como a menor possibilidade de sobrevivência de microorganismos na areia do que na água do mar devido à exposição à radiação solar.

4.2.2.4 Visão da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003)

Com um ponto de vista totalmente contrário ao dos trabalhos já apresentados, apesar de admitir já ter sido constatada presença de bactérias por poluição fecal em areias de praia, e de terem sido isolados vários microorganismos patogênicos, a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003) alega não estar comprovado o risco de infecção de banhistas por microorganismos através do contato com a areia. Dessa forma, considera que não há evidências que justifiquem a necessidade de se estabelecer valores limites para microorganismos patogênicos em areia de praia. Segundo a WHO, o homem é o principal agente de poluição das areias das praias, abandonando seu lixo na areia e freqüentando a praia

junto com seus cachorros, que contaminam as areias com fezes e urina. Enfatiza a importância de medidas preventivas para a manutenção da limpeza da areia, como educação ambiental, fiscalização quanto ao cumprimento das normas de higiene pelos banhistas, e implantação de um sistema eficiente de limpeza.

4.2.2.5 Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (2000)

Em função das incertezas científicas internacionais sobre o assunto, discutidas por ocasião da 60ª Reunião Ordinária do CONAMA, decidiu-se pela publicação da Resolução 274 sem o estabelecimento de padrões de qualidade de areia. A Resolução limitou-se a recomendar aos órgãos ambientais avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações.

4.2.2.6 Comparação entre os indicadores sanitários propostos na literatura

A Tabela 6 apresenta a comparação entre os indicadores sanitários para areia de praia e seus respectivos limites propostos na literatura. É importante ressaltar que nenhuma das propostas foi baseada em estudos epidemiológicos, de forma a possibilitar uma correlação entre a proposta e o percentual de indivíduos sujeitos a contaminação.

Tabela 6 - Comparação Entre as Propostas de Indicadores e Seus Limites para Qualidade Sanitária de Areia de Praia. Valores em NMP/grama de areia para bactérias, e em pontos formadores de colônias (pfc) por grama de areia para fungos.

	Mendes et al (1997, 2002)	ABAE (2002) (1)	Costa e Silva (2000) (2)	SMAC (2000) (3)	WHO (2003) (4)	CONAMA (2000) (5)
Coliformes Totais	10.000	100	50 (---)	300	---	---
Coliformes Fecais	1.000	---	10 (10)	---	---	---
<i>E. coli</i>	---	20	---	4	---	---
Enterococos	100	20	---	---	---	---
Fungos	Cândida: 10 pfc Scopulariopsis: 12 pfc	Leveduras: 30-60 pfc Fungos potencialmente patogênicos: 70-85 pfc Dermatófitos: 1-15 pfc Fungos total: 300-560 pfc	---	---	---	---

(1) A ABAE estabeleceu os valores limites de colimetria de areia através de adaptação dos limites aplicados para balneabilidade de água de praia, adotando os mesmos valores para um grama de água e um grama de areia.

Os limites para fungos foram estabelecidos através de composição dos resultados obtidos nas análises de areia de praias selvagens e de praias de elevada ocupação humana.

(2) Costa e Silva & Pastura consideraram os mesmos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86 para balneabilidade de água de praia. Foi considerada a equivalência 100 ml de água = 100 g de areia.

Os valores entre parênteses são os adaptados para Resolução CONAMA 274/2000, que modificou a Resolução CONAMA 20/86.

(3) A SMAC estabeleceu “valores hipotéticos” para os limites de colimetria, com base nos resultados obtidos nas análises de areia da praia de Prainha, tomada como padrão. O limite máximo de 4 NMP por grama de areia para *E. coli* é mais restritivo do que o limite para balneabilidade de 8 NMP por ml de água.

(4) WHO considerou que não há base científica que justifique a necessidade de estabelecimento de parâmetros para qualidade de areia de praia.

(5) O CONAMA decidiu não estabelecer padrões para areia de praia, diante das incertezas científicas internacionais sobre o assunto.

4.2.3 Metodologias de Amostragem de Areia de Praia

A heterogeneidade espacial da contaminação de areia é muito alta, como geralmente ocorre em meio sólido, mesmo em pontos próximos, dificultando a interpretação dos resultados das análises e a qualificação da areia (AUBERT et al, 1987; FIGUERAS et al, 1992 *apud* WHO, 1998). Dessa forma, a metodologia de amostragem de areia para a qualificação de um trecho de praia torna-se tão importante quanto o estabelecimento dos próprios indicadores e seus respectivos limites, merecendo, portanto, especial atenção e planejamento. O procedimento de amostragem deve ser tal que as amostras sejam efetivamente representativas do trecho em questão. Este é um aspecto difícil de ser garantido para areia, uma vez que, por ser composta de partículas sólidas, não há diluição dos microorganismos que se concentram em pontos específicos da areia.

Não foi encontrada legislação que estabeleça os procedimentos a serem adotados em uma estação de amostragem de areia de praia para avaliação de sua qualidade sanitária. Os trabalhos consultados indicam procedimentos diferentes entre si, o que pode levar a diagnósticos bastante distintos para um mesmo trecho de praia.

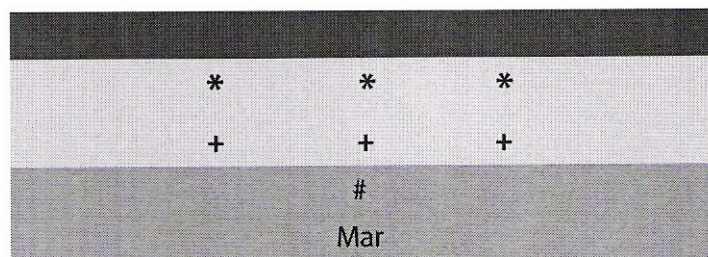
“Estação de amostragem” pode ser definida como o local de onde são retiradas uma ou mais amostras de areia para qualificação sanitária de um trecho de praia. A representatividade dos resultados obtidos de uma estação de amostragem de areia para um determinado trecho de praia depende, pelo menos, dos seguintes fatores importantes:

- Dimensões da área estabelecida para coleta de material para uma amostra;
- Profundidade de coleta em relação à superfície da areia;
- Quantidade de amostras por estação de amostragem;
- Distribuição das amostras ao longo do trecho em avaliação;
- Frequência de amostragem.

Encontram-se a seguir alguns trabalhos consultados sobre análise de areia de praia, com informações sobre a metodologia de amostragem adotada.

Associação Bandeira Azul da Europa.

A Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE, 2002) utilizou amostras com frequência bimestral, do tipo compostas, visando garantir a representatividade das mesmas, com a extração de areia em três pontos equidistantes em linha reta paralela à praia, conforme Figura 18.



*Pontos de colheita de areia seca

+ Pontos de colheita de areia molhada

Ponto de colheita de água do mar

Fonte: ABAE (2002)

Figura 18 - Localização dos pontos de coleta de amostra de areia.

O material foi extraído na profundidade de 5 a 15 cm. Em cada estação de amostragem foram colhidas amostras em dois pontos ao longo da faixa transversal de areia: na zona úmida, que sofre a influência das marés, e na zona seca, correspondente à área habitualmente utilizada pelos banhistas, conforme Figura 19. Entretanto, ao final do projeto, concluiu-se que para o monitoramento da qualidade microbiológica da areia, é suficiente a análise da areia seca. A água já fornece informação que pode dispensar a análise da areia molhada, pois foi constatada uma correlação significativa entre estas duas variáveis durante o projeto.



Fonte: ABAE (2002)

Figura 19 - Coleta de areia seca e úmida utilizada pela ABAE.

Costa e Silva & Pastura (2000)

No trabalho realizado por Costa e Silva & Pastura (2000) sobre qualidade sanitária das areias de praias do Município do Rio de Janeiro, foram consideradas amostras compostas de 5 (cinco) sub-amostras de areia obtidas de uma área de 2 m², até a profundidade de 5 cm, totalizando 500 gramas. As amostras foram extraídas no ponto central da faixa de areia, por ser o ponto de maior concentração de banhistas. Frequência de amostragem trimestral.

Universidade Nova de Lisboa (UNL, 2001)

Há registros de estudos em que foram utilizadas amostras obtidas com a mistura de porções aleatórias de 20 g de areia obtidas ao longo de uma área entre 60 m² e 100 m², totalizando 300 g, de forma a permitir melhor representatividade da área em avaliação (UNL, 2001). Neste caso, a área de amostragem foi localizada na faixa central de areia, zona mais freqüentada pelos banhistas.

Vieira et al (2001)

Num trabalho sobre contaminação de areias de praias em Fortaleza, Vieira et al (2001) trabalharam com amostras de areia seca e areia úmida, de 100g cada, coletadas a uma profundidade máxima de apenas 2cm.

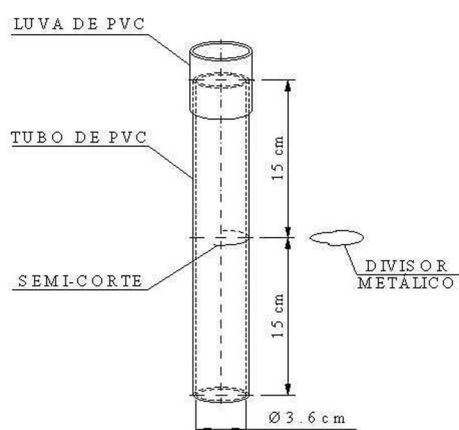
Ribeiro et al (2002)

Na praia de Camburi-Fortaleza, Ribeiro et al (2002) trabalharam com amostras de areia seca e úmida, de 300 gramas. Frequência de amostragem semanal.

SMAC (2000)

Projeto piloto – primeira fase (período de setembro/1999 a abril/2000).

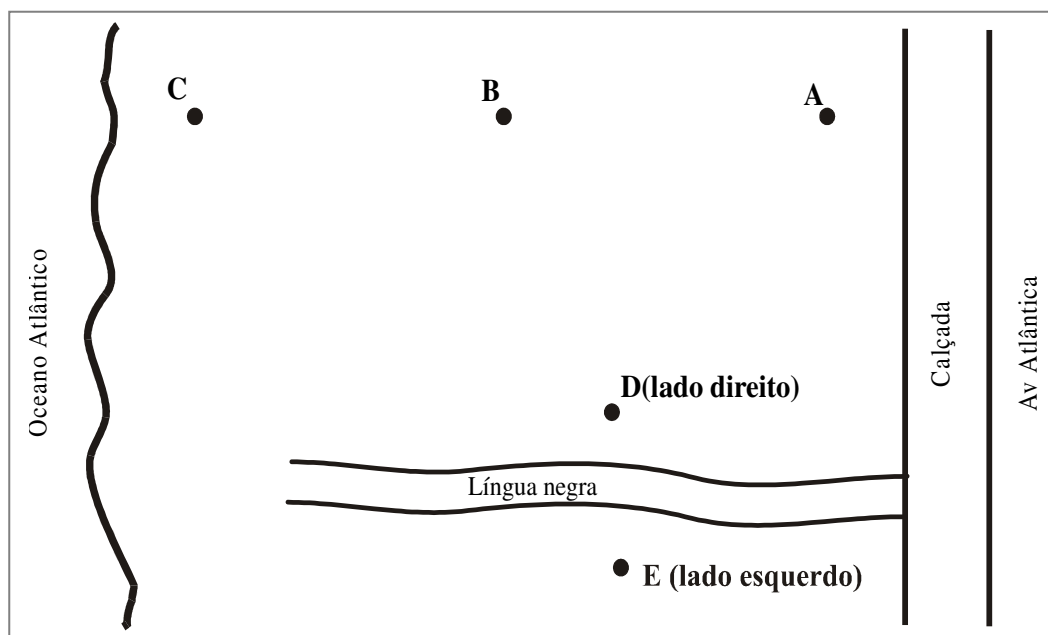
Na primeira fase do projeto piloto realizado pela SMAC (2000), cada amostra de areia foi obtida de um único ponto, com a utilização de um tubo de plástico, conforme Figura 20, capaz de recolher material em 2 faixas de profundidade: de 0-15cm, e de 15-30cm.



Fonte: SMAC (2000).

Figura 20 - Dispositivo de amostragem de areia utilizado pela SMAC

Em cada estação de amostragem foram extraídas, conforme Figuras 21 e 22, 5 (cinco) amostras de areia: na faixa C, próximo à água do mar; na faixa central B; na faixa A, junto ao calçadão; e nos dois lados da língua negra (pontos D e E). Frequência de amostragem semanal.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 21 - Localização dos pontos de amostragem de areia.



Fonte: SMAC (2000).

Figura 22 - Extração de amostra de areia.

SMAC (2000)

Projeto piloto – segunda fase (período de maio/2000 a agosto/2000)

Na segunda fase do projeto piloto realizado pela SMAC (2000), em função da avaliação dos resultados obtidos na primeira fase, a profundidade de coleta de material para cada amostra limitou-se apenas à faixa de zero a 15cm (estrato de superfície). Além disso, dos 5 (cinco) pontos de extração de amostra das estações de Copacabana e dos 3 (três) pontos da estação de Prainha, foi mantido apenas o ponto de extração de amostra no centro da faixa de areia (ponto B). A frequência de amostragem passou de semanal para quinzenal em Copacabana, e de mensal para quinzenal na Prainha.

SMAC (2002)

Período de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002)

Já no período de monitoramento realizado pela SMAC (2002) após o projeto piloto, cada amostra, obtida na faixa central B de areia, passou de tipo pontual para tipo composta de

5 (cinco) sub-amostras extraídas de uma área de 2m^2 , o que provavelmente melhorou a representatividade da amostra. Durante o monitoramento, foi mantida frequência de amostragem quinzenal.

Pela comparação das metodologias utilizadas nos trabalhos apresentados acima, constata-se variações muito grandes nos parâmetros de amostragem, que podem conduzir a resultados divergentes na avaliação de um mesmo trecho de praia:

- Medida da área para coleta de uma amostra: varia de amostra pontual até 100m^2 .
- Profundidade de coleta de uma amostra: varia de 2 cm até 30 cm.
- Quantidade de amostras coletadas por estação de amostragem: varia de uma até cinco amostras.
- Local de coleta de amostra: varia entre amostras só de areia seca e amostras de areia seca e úmida.
- Frequência de amostragem: varia de semanal a trimestral.

Distância recomendada entre duas estações de amostragem: Não foram encontradas referências, tanto para água quanto para areia de praia, sobre o comprimento do trecho de praia que fica abrangido pela qualificação resultante da análise de uma estação de amostragem. Ou seja, para praias longas, não foi ainda investigada a distância máxima que deve existir entre duas estações de amostragem, de modo a se qualificar a praia em todo o seu comprimento. Tomando como exemplo a praia de Copacabana, para a qual foram consideradas 3 estações de amostragem durante o projeto piloto, quando o órgão ambiental indica que a qualidade da água ou da areia num determinado ponto é própria, não fica claro por quantos metros à esquerda e à direita deste ponto esta qualificação é válida. Este tipo de informação é importante porque os banhistas se distribuem quase que uniformemente ao

longo da praia, e não apenas em torno dos pontos onde ficam localizadas as estações de amostragem.

Por fim, quaisquer que sejam os limites estabelecidos para os indicadores sanitários selecionados, a metodologia de amostragem deve ser tal que, as análises de duas amostras obtidas na mesma estação de amostragem devem conduzir à mesma qualificação sanitária, própria ou imprópria. Caso isto não ocorra, não estará sendo atendido o princípio do método científico da reprodutividade de resultados para as mesmas condições, e a metodologia adotada para amostragem e análise não é cientificamente aceitável.

4.3 Legislação

A única legislação encontrada, em pesquisa ao nível nacional e mundial, e que estabelece parâmetros de qualidade sanitária de areia de praia e seus respectivos limites é a Resolução 81/2000, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro, publicada após a realização de um projeto piloto de avaliação da qualidade de areia das praias de Copacabana e de Prainha, durante o período 1999/2000. Esta Resolução só estabelece parâmetros bacteriológicos de colimetria.

A Lei Municipal do Rio de Janeiro N° 3.210/2001 de 5 de abril de 2001 define como areia de “qualidade imprópria” aquela que também apresenta larvas e ovos de parasitos em quantidade e qualidade tais que possam provocar agravos à saúde humana. Entretanto, não identifica os parasitas e nem estabelece valores limites.

Para o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, por ocasião da 60ª Reunião Ordinária realizada em 29 de novembro de 2000, para consolidação da Resolução 237 que dispõe sobre balneabilidade de água e qualidade de areia de praia, foi a seguinte a opinião de Suzana Trebien, representante do Governo do Estado de Santa Catarina:

Quando queríamos chegar a padrões para areia, é para estabelecer que acima daqueles padrões haveria risco de micose, de doenças de pele e não conseguimos chegar, pois há uma incerteza científica internacional muito grande quanto às metodologias. E se há contra os métodos, imagine quanto aos padrões, então não temos como dizer se está ruim ou não. Quem disser que está poluído não está falando com segurança científica com relação a isso, seria uma inferência.
(grifo nosso) (CONAMA, 2000a)

Dessa forma, foi decidido naquela reunião que a Resolução CONAMA 274 só deveria recomendar aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações, sem contudo estabelecer indicadores sanitários e respectivos valores limites.

A Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE, 2002) publicou um relatório sobre um estudo da qualidade microbiológica da areia das praias litorais de Portugal, com o estabelecimento de uma proposta de indicadores sanitários e seus respectivos valores limites, visando desencadear uma discussão na União Européia para que se legisle sobre o assunto. O relatório propôs a utilização dos resultados em toda a Europa como instrumento de monitoramento e informação ao público, e para definição de um novo critério da qualidade de uma praia além da qualidade de suas águas.

Já segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), a capacidade dos organismos patogênicos encontrados em areia de praia de contaminarem os banhistas não está comprovada. Assim sendo, não haveria evidências que justifiquem o estabelecimento de valores limites para microorganismos patogênicos em areia de praia. Entretanto, reconhece a necessidade de um sistema de gestão da qualidade sanitária de areia das praias, que observe medidas de higiene e limpeza.

O Município do Rio de Janeiro, além da Resolução SMAC 81/2000, ainda possui legislação complementar associada à qualidade de areia de praia e que aborda questões como:

- (i) obrigações do Poder Público com relação à garantia e à divulgação da qualidade da areia das praias;
- (ii) implantação de campanhas de educação ambiental;
- (iii) limitação da altura de construções na orla marítima visando garantir a incidência solar na faixa de areia;

- (iv) ações emergenciais mitigadoras dos efeitos das línguas negras;
- (v) proibição do trânsito e permanência de animais domésticos na areia das praias; e
- (vi) procedimentos para recolhimento do lixo pelos frequentadores das praias.

Um levantamento em ordem cronológica da legislação do MRJ que regula a matéria é apresentado no Apêndice A.

Provavelmente, se a legislação vigente fosse cumprida, principalmente a que diz respeito à proibição de presença de animais domésticos e ao manuseio adequado do lixo, raramente teríamos praias com areia que pudesse colocar em risco à saúde dos banhistas. Um policiamento efetivo que coíba a presença de cachorros, convidando o dono do animal a retirá-lo da praia, certamente irá constranger o responsável pelo animal, desestimulando o descumprimento da lei. No início, a intervenção da fiscalização poderia ocorrer com maior frequência, pela falta do hábito de se cumprir a legislação. Entretanto, a necessidade de intervenção diminuiria à medida que a população passasse a perceber a presença e a constatar os resultados da fiscalização.

4.4 Iniciativa do Município do Rio de Janeiro – 1999 a 2002

Segundo a Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro, o Poder Público deve garantir a qualidade da areia das praias e o acesso dos interessados às informações sobre presença na areia de substâncias potencialmente danosas à saúde. Em virtude da falta de padrões sanitários para qualidade de areia de praia na legislação brasileira, seja ao nível federal, estadual ou municipal, e até mesmo ao nível internacional, a SMAC decidiu implantar um projeto piloto, no período de setembro/1999 a agosto/2000, visando estabelecer indicadores de qualidade e seus respectivos limites. O resultado foi publicado através da Resolução SMAC N° 081 de

28/12/2000, com previsão de revisão dos padrões estabelecidos num prazo máximo de 2 (dois) anos, ou seja, até o final de 2002.

Com base nos limites de colimetria estabelecidos na Resolução 081, a SMAC iniciou o monitoramento da qualidade sanitária da areia das praias do Município do Rio de Janeiro, totalizando 34 estações de amostragem. Foram realizadas 24 campanhas quinzenais para cada estação de amostragem, no período de outubro/2001 a setembro/2002.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Diagnóstico de um Estudo de Caso – Praias do Município do Rio de Janeiro

5.1.1 Análise dos dados de qualidade sanitária da areia das praias do MRJ obtidos pela SMAC durante o Projeto Piloto Fases (a) e (b).

Procedeu-se à análise estatística das séries históricas dos dados de concentrações de coliformes totais e de *E. coli* obtidas pela SMAC durante o Projeto Piloto, realizado no período de setembro/1999 a abril/2000 para a Fase (a) e no período de maio/2000 a agosto/2000 para a Fase (b), para três estações de amostragem de Copacabana e de uma estação de amostragem de Prainha.

Para a composição de estatísticas descritivas, testes de normalidade, entre outros, foram utilizados dois softwares: Analyse-it (Analyse-it Software Ltd. Version 1.7, 2003) e Minitab (Release 12.23, Minitab Inc., 1999).

O tratamento dos dados teve por objetivos:

- Verificar se os dados seguem distribuição normal (testes de normalidade) para escolha das estatísticas descritivas mais adequadas;
- Comparar os níveis de coliformes entre as faixas de areia A (faixa junto ao calçadão), B (faixa central) e C (faixa próxima à água), agregando os dados das três estações de amostragem de Copacabana, durante a Fase (a) do Projeto Piloto;
- Comparar, isoladamente para cada estação de amostragem de Copacabana, os níveis de coliformes entre as faixas A, B e C, durante o Projeto Piloto;

- Avaliar a dispersão dos níveis de coliformes obtidos na faixa B (faixa central de areia) em cada uma das quatro estações de amostragem, durante o Projeto Piloto.

5.1.2 Análise dos dados de qualidade sanitária da areia das praias do MRJ obtidos pela SMAC durante a fase de monitoramento.

Procedeu-se a análise estatística das séries históricas dos resultados obtidos pela SMAC durante a fase de monitoramento, realizado no período de outubro/2001 a setembro/2002, para as 34 estações de amostragem ao longo do litoral do MRJ, para classificação comparativa das praias quanto à qualidade sanitária das areias. Os softwares Analyse-it (Analyse-it Software Ltd. Version 1.7, 2003) e Minitab (Release 12.23, Minitab Inc., 1999) foram utilizados para este fim.

O tratamento dos dados teve por objetivo:

- Verificar se os dados seguem distribuição normal (testes de normalidade) para escolha das estatísticas descritivas mais adequadas;
- Identificar os valores limites para *C. total* e *E. coli* abaixo dos quais 75% das amostras de areia das praias se encontram (informação útil para discussão dos limites legais a serem estabelecidos em resolução da PMRJ);
- Verificar a existência de sazonalidade na qualidade da areia das praias do MRJ;
- Classificar, em caráter preliminar, as praias do MRJ quanto à qualidade sanitária da areia, mediante análise dos dados do período de monitoramento para as 34 estações de amostragem.

5.1.3 Testes de Normalidade

Foi observada uma ampla gama de valores de colimetria para uma mesma estação de amostragem, de uma campanha para outra. Alguns valores extremos atípicos (*outliers*) eram nitidamente destoantes dos valores apresentados pela grande maioria das amostras, indicando que tais resultados podem estar relacionados com:

- (i) procedimentos inadequados de amostragem;
- (ii) natureza altamente heterogênea da qualidade da areia que, por se tratar de meio sólido, não sofre a diluição dos microorganismos a partir dos focos de contaminação, mantendo “focos” de contaminação muito alta, particularmente nos pontos onde se encontram as fezes de animais, restos de comida, etc.

Quando tais valores de baixa frequência e extremos atípicos ocorrem (muito altos ou muito baixos), a exclusão dos mesmos no cálculo das estatísticas descritivas deve ser considerada.

A aplicação inicial do teste de normalidade, para verificar se os dados seguem distribuição normal, é fundamental. Quando o teste não indica este tipo de distribuição, é recomendado o uso de procedimentos não paramétricos, como a seleção da mediana no lugar da média aritmética como estatística descritiva. A mediana é uma estatística mais robusta e não é sensível à ocorrência de valores extremos de baixa frequência na série histórica.

Os testes de normalidade aplicados ao presente estudo indicaram que, na grande maioria dos casos, os dados não seguem distribuição normal. Dessa forma, optou-se por procedimentos estatísticos não paramétricos.

A título de ilustração, a Tabela 7 mostra os resultados de ambos os procedimentos, uso da média e da mediana, para os dados de *E. coli* obtidos nas 34 estações de amostragem, durante a fase de monitoramento.

Tabela 7 - Comparação entre o uso da mediana e o uso da média dos valores de *E. coli* obtidos, com os intervalos de confiança correspondentes, para as 34 estações de amostragem, durante a fase de monitoramento (NMP/100g areia).

Estação	Média	IC 95%		Mediana	IC 95%	
B ALV	98,15	13,06	183,24	30,00	13,00	80,00
B CB	35,71	6,34	65,08	4,00	1,00	23,00
B PP	1475,33	-1098,51	4049,18	23,00	14,00	300,00
B QM	747,92	121,04	1374,80	60,00	4,00	500,00
BTF	467,83	-16,13	951,80	80,00	4,00	230,00
C BI	11882,71	-5195,42	28960,84	17,00	2,00	90,00
C RP	447,83	-19,84	915,51	15,00	2,00	230,00
C SL	6621,33	-3156,83	16399,49	110,00	23,00	500,00
FLA	1293,38	-691,57	3278,32	18,50	7,00	80,00
G GU	25389,63	-5667,46	56446,71	900,00	500,00	5000,00
G IM	1654,17	-349,11	3657,45	400,00	80,00	500,00
G JB	74242,00	-13353,98	161837,98	2350,00	230,00	8000,00
G MO	3466,00	-3418,47	10350,47	23,00	4,00	110,00
G PB	93131,54	-48956,29	235219,38	2000,00	1100,00	11000,00
G PE	3905,17	596,73	7213,61	265,00	130,00	2300,00
G PR	5230,88	-2005,36	12467,11	1,50	1,00	170,00
GRU	327,33	30,21	624,46	40,00	4,00	130,00
GUA	4063,88	-564,09	8691,84	290,00	50,00	1300,00
I ARP	475,58	173,90	777,27	105,00	23,00	800,00
I MQ	1263,67	-52,48	2579,81	95,00	23,00	230,00
I PD	37988,63	-39543,06	115520,31	140,00	23,00	300,00
I PR	350,46	-86,66	787,58	21,50	2,00	170,00
L BM	2544,00	-1792,98	6880,98	26,50	4,00	230,00
L VA	603,17	114,08	1092,25	75,00	8,00	500,00
LM	610,17	14,05	1206,28	18,00	2,00	300,00
P ASA	112,04	-85,14	309,22	5,50	1,00	23,00
P HN	38495,42	-38997,50	115988,33	25,00	13,00	300,00
PRA	69,96	-3,04	142,96	3,00	1,00	30,00
R PO	629,04	-485,50	1743,59	17,00	2,00	130,00
R RES	12,17	-3,29	27,63	1,00	1,00	2,00
REC	35,38	-7,97	78,72	6,00	2,00	23,00
SEP	16632,83	-9755,92	43021,58	110,00	2,00	1700,00
U PC	23525,04	1759,57	45290,52	1950,00	800,00	13000,00
U PV	15065,75	-10923,40	41054,90	3,00	2,00	50,00

Observa-se a grande diferença entre os valores da média e da mediana, e intervalos de confiança não realistas para a média (ex: valores negativos para o limite inferior).

Tendo em vista que os outliers nas presentes séries históricas são invariavelmente extremos superiores, e que o cálculo da mediana os exclui, observa-se que as medianas são sempre muito inferiores às médias, para o mesmo grupo de dados. Da mesma forma, os intervalos de confiança correspondentes são bem mais estreitos para as medianas. Fica claro, portanto, que a seleção de um ou de outro procedimento estatístico, terá influência decisiva na classificação das areias em própria/ imprópria para uso de contato primário.

A título de exemplo, a Figura 23 mostra o resultado do teste de normalidade Anderson-Darling aplicado à variável coliforme total em 36 amostras de areia da Estação de Amostragem República do Peru. Os dados nesta série histórica assim como na grande maioria das demais séries históricas do presente estudo, não seguiram distribuição normal. Os intervalos de confiança a 95% para a média (154.708 NMP/100g) e para a mediana (4.000 NMP/100g) foram respectivamente (- 40.704; 350.120) e (1.500; 9.162).

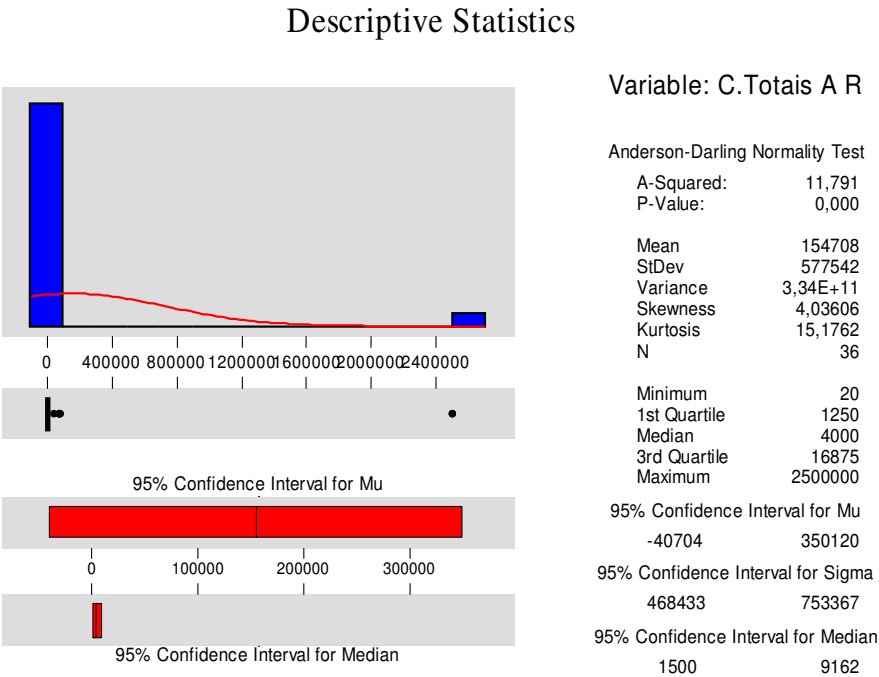


Figura 23 - Teste de Normalidade Anderson-Darling aplicado a coliformes totais em 36 amostras de areia; Estação de amostragem em Copacabana, República do Peru (C/RP), primeira fase do projeto piloto da SMAC (2000).

5.1.4 Representação gráfica do diagrama Box-Whisker Plot

A Figura 24 ilustra os elementos do diagrama Box-Whisker Plot na representação de estatística de localização não-paramétrica: mediana com respectivo intervalo de confiança IC; os quartiles inferior Q_{25} e superior Q_{75} ; interquartile $IQR = (Q_{75} - Q_{25})$; e *outliers*. A linha pontilhada liga as observações mais próximas dentro de um alcance de 1,5 interquartile dos quartiles inferior e superior. Cruzes (+) e círculos (o) indicam possíveis *outliers* (observações que vão além de 1.5 IQRs e 3.0 IQRs, respectivamente).

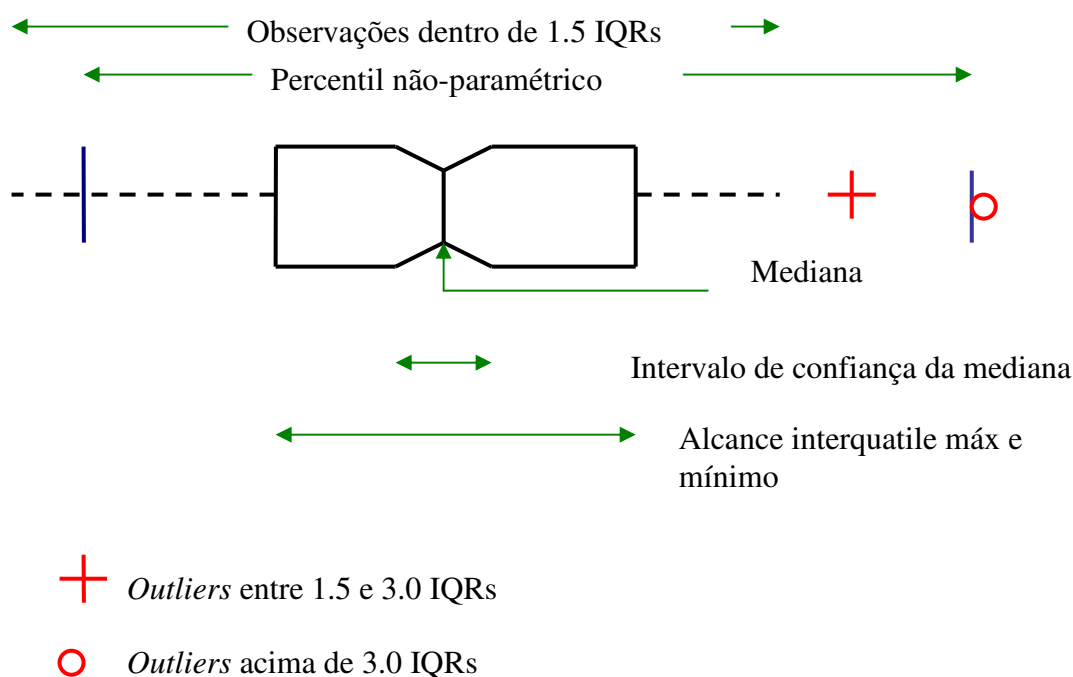


Figura 24 - Diagrama de Box-Whisker Plot, representando mediana, quartiles, intervalos de confiança e *outliers*.

5.2 Formulação de uma Proposta de Estratégia para Gestão da Qualidade Sanitária de Areia de Praia

5.2.1 Proposta de estratégia de monitoramento futuro das praias do MRJ

A metodologia aplicada para o estabelecimento de estratégia para monitoramento e controle da qualidade sanitária de areia de praia no Município do Rio de Janeiro, tomou como base de decisão:

- os resultados das análises de areia de praias do Município do Rio de Janeiro no período 1999/2000 do Projeto Piloto (SMAC, 2000) e no período 2001/2002 da fase de monitoramento (SMAC, 2002), parcialmente revisados através de análises conduzidas durante o presente estudo;
- a avaliação dos critérios considerados para o estabelecimento dos padrões da Resolução SMAC 81/2000;
- relatório da Organização Mundial de Saúde (2003);
- trabalhos de Mendes et al (1993, *apud* MENDES et al, 1997; 2002);
- Resolução CONAMA 274/2000;
- relatório da Associação Bandeira Azul da Europa (2002); e
- outros trabalhos relevantes obtidos com a revisão bibliográfica.

5.2.2 Proposta de Indicadores Sanitários e Respective Limites para Revisão da Resolução SMAC 81/2000

Os novos parâmetros foram propostos tomando como base a análise estatística dos dados obtidos nas 24 campanhas quinzenais de monitoramento da qualidade das areias das

praias do Município, realizadas no período outubro 2001/setembro 2002 com a aplicação dos indicadores iniciais da Resolução SMAC Nº 081, os resultados da classificação das praias do Município através da análise estatística, e a avaliação de novos estudos realizados em outras cidades do Brasil e no exterior sobre qualidade sanitária de areia de praia.

5.2.3 Proposta de Metodologia de Amostragem de Areia

Foi estabelecida com base na comparação entre as metodologias aplicadas nos trabalhos consultados, com inclusão de procedimentos que visem a representatividade das amostras e a obtenção de reprodutividade de resultados exigida em pesquisa científica.

5.2.4 Proposta de Procedimentos para Gestão da Qualidade Sanitária de Areia de Praia

Foi estabelecida com base na necessidade de minimização da ação antropogênica, uma vez que a qualidade sanitária da areia de praia é fortemente influenciada pelo atendimento à legislação em vigor, pelos banhistas e pelas atividades comerciais fixas e ambulantes.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Estudo de Caso: Análise da Qualidade Sanitária de Areia de Praia no Município do Rio de Janeiro

A análise da qualidade sanitária da areia das praias do Município do Rio de Janeiro, realizada pela SMAC, consistiu de duas etapas:

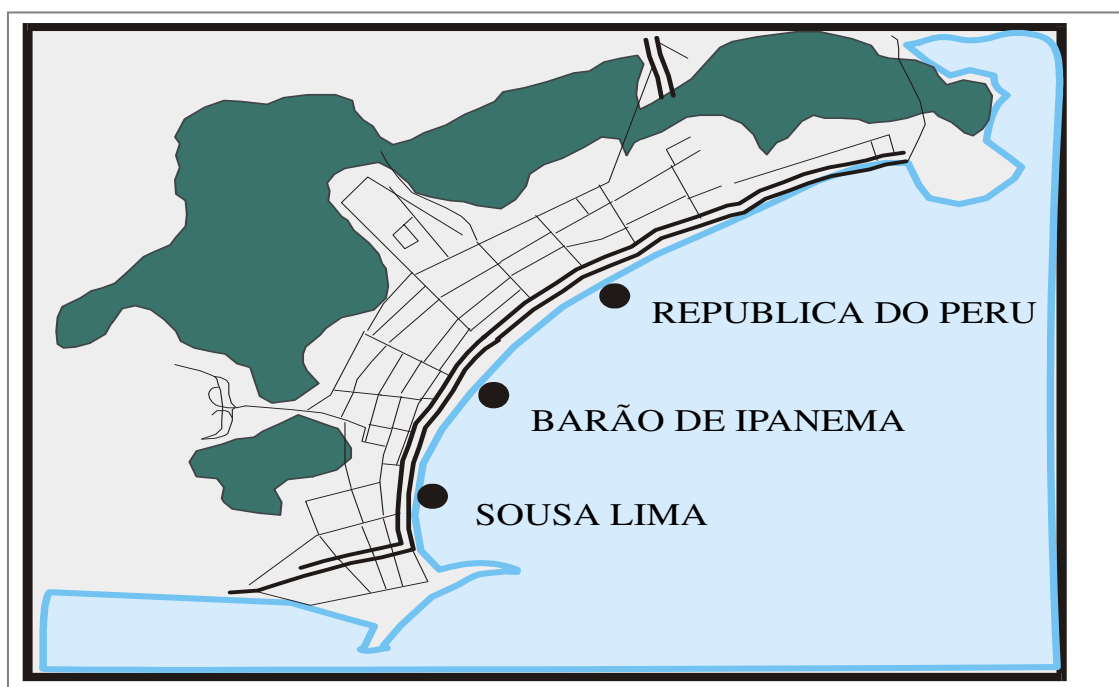
- realização de um Projeto Piloto, para determinação dos indicadores sanitários de areia de praia e respectivos valores limites (setembro/1999 a agosto/2000).
- fase de monitoramento, para avaliação da qualidade sanitária da areia das praias do Município (outubro/2001 a setembro/2002).

6.1.1 Projeto Piloto Realizado no Período Setembro/1999 a Agosto/2000

O levantamento de dados durante o Projeto Piloto, num período total de 12 meses, ocorreu em duas fases. A Fase (a) compreendeu o período de setembro/1999 a abril/2000, aplicada a três estações de amostragem de Copacabana e a uma estação de amostragem na praia de Prainha. Em função dos resultados parciais obtidos, foram introduzidas modificações e iniciada a Fase (b), que compreendeu o período de maio/2000 a agosto/2000, aplicada aos 26 pontos de praia onde a SMAC já monitorava a balneabilidade das águas. A partir dos dados obtidos no Projeto Piloto, foram estabelecidos limites máximos de colimetria, resultando na publicação da Resolução SMAC 81/2000.

6.1.1.1 Projeto Piloto Fase (a) – Setembro/1999 a Abril/2000

Em sua primeira fase, que compreendeu 36 campanhas semanais durante oito meses (setembro 1999 a abril 2000), o Projeto Piloto consistiu no levantamento de parâmetros físicos, químicos e biológicos da areia em três estações de amostragem da praia de Copacabana: em frente às ruas República do Peru (C/RP), Barão de Ipanema (C/BI) e Souza Lima (C/SL), conforme Figura 25.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 25 - Localização das estações de amostragem de areia em Copacabana.

Conforme já citado, em cada estação de amostragem foram extraídas 3 (três) amostras semanais ao longo da faixa transversal ao litoral: próximo à água do mar (faixa C), no centro

da faixa de areia (faixa B), e junto ao calçadão (faixa A). Nos pontos de ocorrência de língua negra, foram extraídas amostras nos dois lados da língua negra.

Preparo das amostras de areia: A metodologia aplicada consistiu de transferência de 100g de areia em frascos contendo 400 ml de água tamponada. A suspensão é agitada por 1 hora e, após a decantação da areia, o líquido foi submetido ao método dos tubos múltiplos para determinação do número mais provável de coliformes (APHA, AWWA e WEF, 1998).

Para efeito de comparação de dados entre praias de alta frequência em área urbanizada com outra de baixa atividade antropogênica, foi feita também análise mensal da areia da praia de Prainha.

As amostras utilizadas foram do tipo simples e pontual, o que, como será visto posteriormente, não é o procedimento ideal, uma vez que o nível de contaminação da areia varia significativamente, mesmo em pontos próximos.

6.1.1.2 Projeto Piloto Fase (b) – Maio/2000 a Agosto/2000

Na segunda fase do Projeto Piloto, que consistiu de nove campanhas, as análises de areia se estenderam a todo o litoral da cidade, desde a praia do Flamengo até a praia de Guaratiba, englobando os 26 locais de praia onde a SMAC já monitorava a balneabilidade (Tabela 8).

Tabela 8 - Localização das estações de amostragem. Projeto Piloto – Fase (b).

Estação	Bairro	Local
1	Flamengo	Hotel Novo Mundo
2	Botafogo	Praia de Botafogo
3	Urca	Praia Central (centro da praia)
4	Urca	Praia de Fora (centro da praia)
5	Urca	Praia Vermelha (centro da praia)
6	Leme	Posto 1
7	Copacabana	República do Peru
8	Copacabana	Barão de Ipanema
9	Copacabana	Souza Lima
10	Ipanema	Praia do Diabo
11	Ipanema	Parque Garota de Ipanema
12	Ipanema	Maria Quitéria
13	Ipanema	Paul Redfen
14	Leblon	Bartolomeu Mitre
15	Leblon	Av. Visconde de Albuquerque
16	São Conrado	Hotel Nacional
17	São Conrado	Pista de pouso de asa delta
18	Barra da Tijuca	Junto ao Quebra-Mar
19	Barra da Tijuca	Barraca do Pepê
20	Barra da Tijuca	Condomínio Barramares
21	Barra da Tijuca	Av. Ayrton Senna
22	R.dos Bandeirantes	Av. Sernambetiba-centro Reserva
23	R.dos Bandeirantes	Camping Club do Brasil
24	R.dos Bandeirantes	Prainha (no centro da praia)
25	R.dos Bandeirantes	Praia de Grumari (lado esquerdo)
26	Barra de Guaratiba	Em frente à E. M. Ana Neri

Adaptado de SMAC (2000)

Em função da avaliação dos resultados obtidos na primeira fase do Projeto Piloto, foram introduzidas as seguintes modificações:

- A frequência de amostragem passou de semanal para quinzenal, inclusive na Prainha;
- O número de pontos de coleta de amostra em cada estação de amostragem passou do total de 3 (três) pontos (ponto A - junto ao calçadão; ponto B - no ponto central da largura da faixa de areia; ponto C - próximo à água do mar) para 1 (um) ponto (ponto B) no centro da faixa de areia, por ser a área de maior concentração de banhistas.
- A profundidade de coleta em cada ponto passou de amostras em 2 (duas) profundidades (0-15 cm e 15-30 cm) para apenas 1 (uma) profundidade (0 a 15 cm). Isto se deveu às dificuldades de penetração do amostrador até a profundidade de 30cm e à grande incidência de quebra dos amostradores. Além disso, considerou-se que os frequentadores não têm contato com areia da profundidade maior.

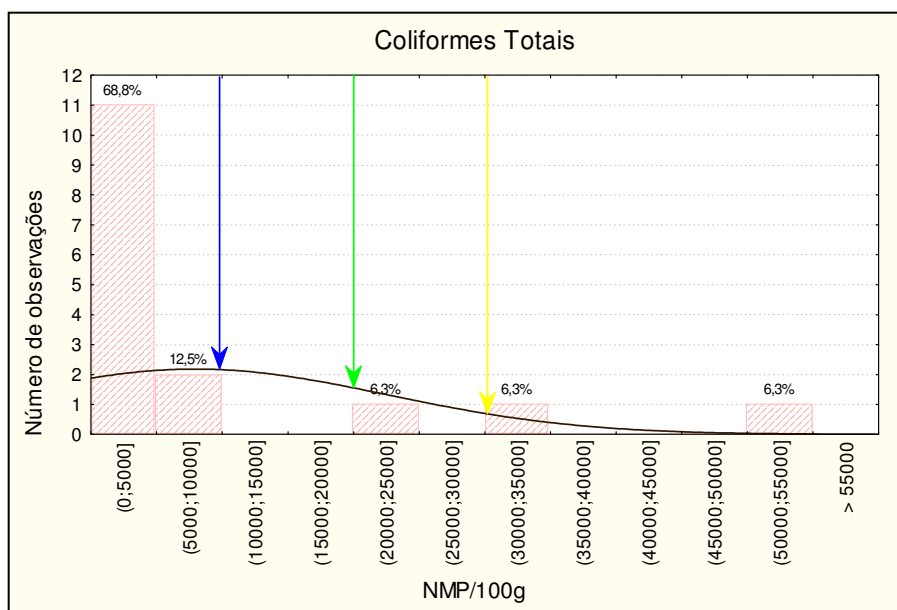
Foi mantida amostra do tipo simples e pontual, o que, conforme já citado, não é recomendável.

6.1.1.3 Resultados Obtidos no Projeto Piloto

a) Resultados Bacteriológicos

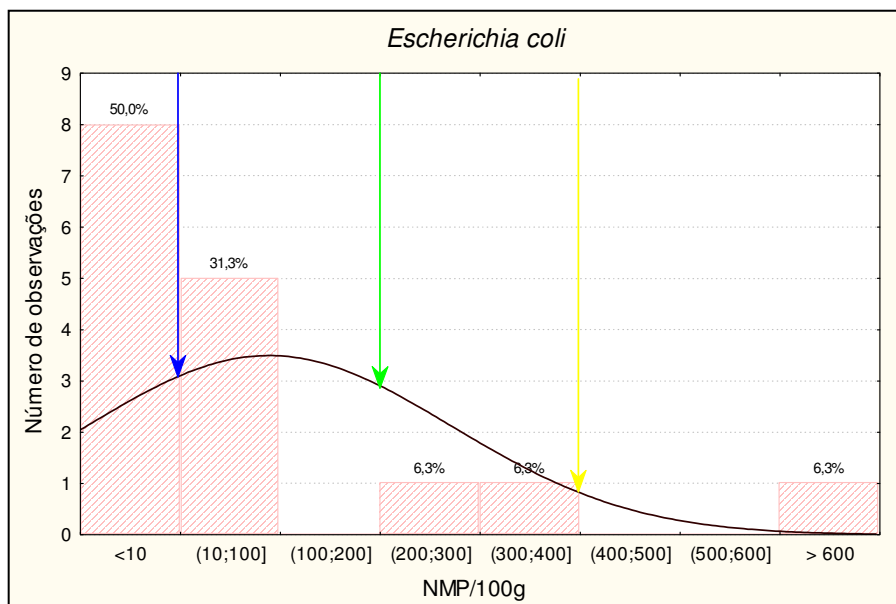
Tanto na primeira quanto na segunda fase do Projeto Piloto, que envolveram 45 (quarenta e cinco) campanhas ao longo de um ano, gerando centenas de resultados, os valores de colimetria observados em cada estação de amostragem foram bastante dispersos. Embora testes de normalidade não tenham sido conduzidos, foi considerado que os dados seguem distribuição normal e foram utilizadas estatísticas paramétricas para representação das amostras, tais como média, desvio padrão, etc. Em função da dificuldade de interpretação dos dados com grande dispersão, optou-se pelo estabelecimento de “limites hipotéticos” de colimetria, baseados apenas nos resultados obtidos na praia de Prainha, escolhida como

padrão por ser considerada uma praia limpa e de baixa ação antropogênica. Foram adaptadas curvas de distribuição para os indicadores coliformes totais e *E. coli*, conforme Figuras 26 e 27, a partir de histogramas baseados nos dados obtidos em apenas 16 (dezesesseis) observações na praia de Prainha ao longo do ano.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 26 - Curva de distribuição ajustada para os dados de coliformes totais (NMP/100g) da estação de amostragem de Prainha.



Fonte: SMAC (2000)

Figura 27 - Curva de distribuição ajustada para os dados de *E. coli* (NMP/100g) da estação de amostragem de Prainha.

Foi escolhido arbitrariamente o ponto de inflexão da curva como o ponto correspondente ao limite máximo a partir do qual a areia seria considerada imprópria, resultando nos seguintes valores:

Coliformes totais: Limite máximo de 30.000 NMP / 100g de areia.

Segundo a Figura 26, 12,6% das amostras de Prainha indicariam qualidade imprópria das areias para o limite máximo estabelecido para C. totais.

Escherichia coli: Limite máximo de 400 NMP / 100g de areia.

Segundo a Figura 27, 6,3% das amostras de Prainha indicariam qualidade imprópria das areias para o limite máximo estabelecido para *E. coli*.

Dentro desses limites máximos, foram estabelecidas:

- (a) 3 sub-faixas de qualidade aceitável - 4 estrelas (excelente), 3 estrelas (muito boa) e 2 estrelas (satisfatória), e
- (b) uma faixa de qualidade imprópria (1 estrela).

Tal definição resultou no padrão de qualidade de areia de praia para o Município do Rio de Janeiro, conforme a Tabela 9, oficializado através da publicação da Resolução SMAC 81/2000.

Tabela 9 - Classificação de areia de praia no Município do Rio de Janeiro
(NMP por 100g de areia).

Classificação	Coliformes Totais	Escherichia coli
* * * *	Até 10.000	Até 10
* * *	Mais 10.000 a 20.000	Mais 10 a 200
* *	Mais 20.000 a 30.000	Mais 200 a 400
*	Acima de 30.000	Acima de 400
(Imprópria)		

Fonte: SMAC (2000)

Foi estabelecido que tal padrão deveria ser revisado num prazo máximo de dois anos da sua publicação, em função dos resultados a serem obtidos pela sua aplicação em futuros monitoramentos.

Conforme será mostrado na fase de monitoramento das praias do Município, realizada no período de outubro de 2001 a setembro de 2002, a aplicação do padrão acima para a praia de Prainha, considerada como padrão de qualidade sanitária, resultou em 8% das amostras classificadas como impróprias. Para a média das areias das praias monitoradas, sua aplicação resultou em 38% das amostras como impróprias. Entretanto, como o padrão sanitário aplicado não resultou de estudos epidemiológicos nem de análise de risco, os valores limites foram escolhidos arbitrariamente, e a avaliação da real situação da qualidade sanitária da areia fica limitada.

b) Resultados Parasitológicos

A pesquisa parasitológica na Fase (a) do Projeto Piloto limitou-se à busca de:

- ovos leves, dentre eles os da família *Ancylostomastidae*, na qual estão incluídas algumas espécies causadora da Larva Migrans Cutânea;

- ovos pesados, dentre eles os pertencentes à família *Ascaridae*, na qual se inclui a espécie *Toxocara canis*, causadora da Larva Migrans Visceral;
- larvas de nematódeos parasitas.

A ocorrência de ovos de parasitas foi considerada insignificante.

Na Fase (b) do Projeto Piloto não foram encontrados ovos de parasitas em nenhuma das amostras, ao longo de quatro meses.

Quanto aos padrões parasitológicos, a Resolução SMAC não estabeleceu limites por falta de dados suficientes à época de sua publicação.

c) Resultados Micológicos (fungos)

Não foram feitos estudos de ocorrência de fungos patogênicos durante o Projeto Piloto. Em uma de suas conclusões, recomendou que seja incluída pesquisa de fungos na areia, em paralelo às análises de colimetria, para se avaliar a importância de utilizá-los também como indicadores.

6.1.1.4 Análise Estatística dos Dados Obtidos no Projeto Piloto

a) Dispersão dos Dados Bacteriológicos: Projeto Piloto Fase (a)

A Tabela 10 mostra a amplitude da dispersão dos dados de C. totais e de *E. coli*, ao indicar os valores mínimos e máximos de colimetria obtidos na Fase (a) do Projeto Piloto da SMAC, para os pontos centrais B das estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha.

Tabela 10 - Valores mínimos e máximos de colimetria obtidos na Fase (a) do Projeto Piloto da SMAC, para os pontos centrais B das estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha (NMP/100g areia).

Estação de Amostragem	Nº de amostras	C. Totais		<i>E. coli</i>	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
R. Peru	36	5	45.000.000	5	25.000
B. Ipanema	36	10	8.000.000	5	80.000
S. Lima	36	10	80.000.000	5	80.000
Prainha	8	10	80.000	5	1.100

Adaptado de SMAC (2000).

Foi observada grande variação de valores nos índices de coliformes para uma mesma estação de amostragem, de uma campanha para outra. A título de ilustração, os índices de *E. coli* da estação de amostragem de Barão de Ipanema nas campanhas sucessivas de 14/10/1999, 19/10/1999 e 26/10/1999, foram:

<u>Data</u>	<u>NMP de <i>E. coli</i></u>
14/10/1999	5
19/10/1999	6.500
26/10/1999	100

Este tipo de variação é observado em vários períodos para todas as estações de amostragem. Uma das prováveis causas é a metodologia de obtenção da amostra simples (um ponto) e à natureza altamente heterogênea da contaminação espacial da areia, por tratar-se de meio sólido, conforme mencionado anteriormente. Estas variações podem não representar uma real mudança das condições sanitárias da faixa de areia da praia analisada como um todo e sim, a grande heterogeneidade do meio.

Uma comparação das diferenças de resultados das análises de duas amostras, obtidas numa mesma estação de amostragem e nas mesmas condições, poderia fornecer indicações importantes para a verificação da adequação dos procedimentos de amostragem.

Grandes variações de colimetria em curtos períodos de tempo é uma característica comum observada na avaliação de balneabilidade da água de praia, como resultado da ação das marés, regime de chuvas, ventos, deslocamento de plumas de esgoto e outros fatores.

b) Dispersão dos Dados Bacteriológicos: Projeto Piloto Fase (b)

Repetindo o ocorrido na Fase (a) do Projeto Piloto, os índices bacteriológicos na Fase (b) continuaram a apresentar grande dispersão para uma mesma estação de amostragem em diferentes campanhas. A Tabela 11 mostra a amplitude da dispersão dos dados na Fase (b) para os pontos B das mesmas estações de amostragem utilizadas na Fase (a): República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha.

Tabela 11 - Valores mínimos e máximos de colimetria obtidos na Fase (b) do Projeto Piloto da SMAC, para os pontos B das estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha (NMP/100g areia).

Estação de Amostragem	Nº de amostras	C. Totais		<i>E. coli</i>	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
R. Peru	9	20	15.000	5	1200
B. Ipanema	9	65	8.000	5	2.500
S. Lima	9	65	80.000	5	80.000
Prainha	8	10	8.500	5	70

Adaptado de SMAC (2000)

Entretanto, a dispersão e os índices bacteriológicos foram claramente inferiores aos observados na Fase (a), apesar de mantidos os mesmos procedimentos de amostragem. Essa redução pode ter como uma das causas o fato da Fase (b) do Projeto Piloto ter ocorrido nas estações outono/inverno, com menor ocupação das praias, e, conseqüentemente, menor nível de poluição antropogênica.

c) Comparação entre as Medianas dos Dados Bacteriológicos na Faixa B de Areia: Projeto Piloto Fase (a) versus Fase (b)

A Tabela 12 compara os valores das medianas de coliformes fecais e de *E. coli*, para as faixas B das estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima e Prainha, obtidos nas Fases (a) e (b) do Projeto Piloto da SMAC. Conforme mencionado anteriormente, observa-se uma tendência de valores mais altos na Fase (a) quando comparados com a Fase (b).

Tabela 12 - Valores das medianas de coliformes fecais e de *E. coli* para as estações de amostragem de República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima, obtidos na faixa de areia B, nas Fases (a) e (b) do Projeto Piloto da SMAC.

Estação de Amostragem	Coliformes Totais		<i>E. coli</i>	
	Fase (a) (36 amostras)	Fase (b) (9 amostras)	Fase (a) (36 amostras)	Fase (b) (9 amostras)
R. Peru	2.500	400	40	35
B. Ipanema	5.500	183	105	20
Souza Lima	8.000	8.000	325	350

Adaptado de SMAC (2000).

d) Comparação entre Faixas A, B e C de Areia: Projeto Piloto Fase (a)

A agregação dos dados de C. totais e de *E. coli* por faixa de areia (A, B ou C) independentemente da estação de monitoramento (República do Peru, Barão de Ipanema, Souza Lima) permite a formulação de algumas hipóteses. Da análise das medianas e intervalos de confiança para coliformes totais (Figura 28) e para *E. coli* (Figura 29) conclui-se que a faixa A apresenta, via de regra, valores superiores quando comparados àqueles obtidos nas amostras das faixas B e C, tanto para C. totais quanto para *E. coli*.

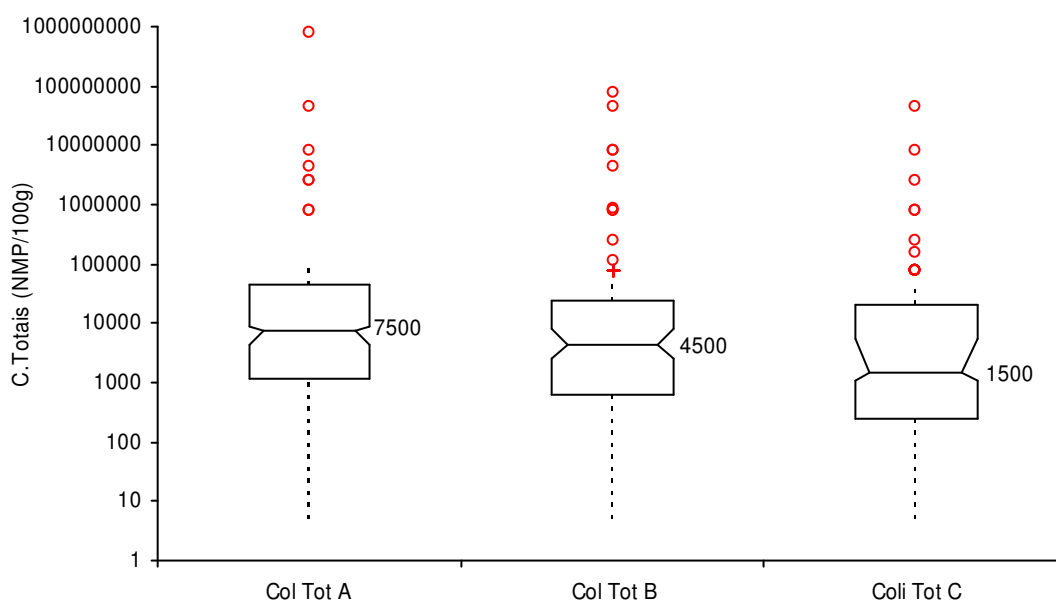


Figura 28 - Box-Whisker plot mostrando medianas dos valores agregados de coliformes totais, dados obtidos na Fase (a) de Projeto Piloto: 108 amostras para cada uma das faixas de areia (A, B e C), obtidas nas estações de amostragem Souza Lima, República do Peru e Barão de Ipanema. Faixa A: próxima ao calçadão; Faixa B: faixa intermediária de areia entre a praia e o calçadão; Faixa C: próximo (e sob a influência) da água do mar.

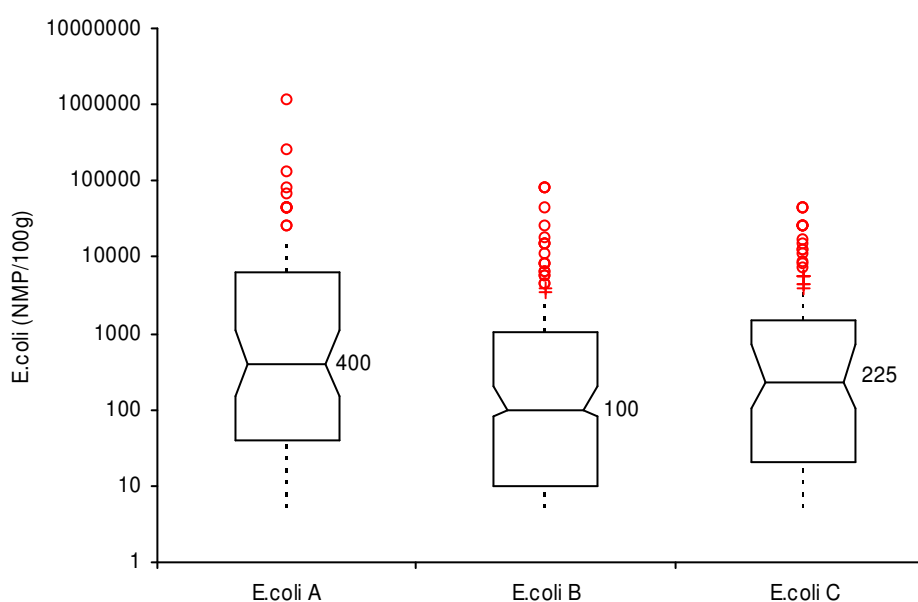


Figura 29 - Box-Whisker plot mostrando mediana dos valores agregados de *E. coli*, Fase Piloto (a). 108 amostras totais para cada faixa de areia A, B e C em 3 estações de amostragem: Souza Lima, República do Peru e Barão de Ipanema. Faixa A: próxima ao calçadão; Faixa B: faixa intermediária de areia entre a praia e o calçadão; Faixa C: próximo (e sob a influência) da água do mar.

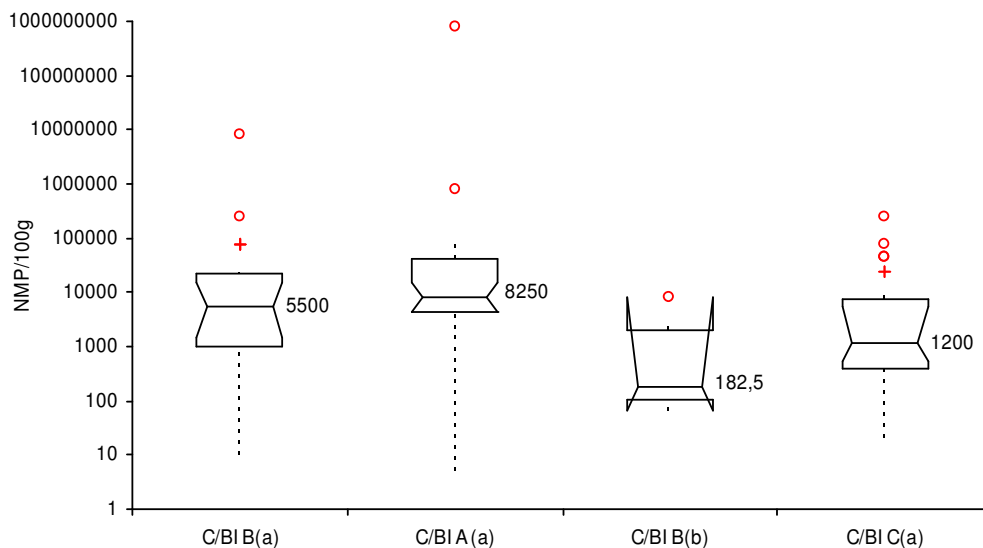
Tendo em vista que a faixa A é a mais próxima ao calçadão e dos barraqueiros que comercializam alimentos, assim como do movimento de pedestres acompanhados de cães, as observações levam à formulação da hipótese de que tais fatos contribuem para maior contaminação microbiológica da areia.

Entretanto, considerando a existência de rede de esgoto junto ao calçadão da praia de Copacabana, os valores superiores de colimetria na faixa A poderiam ser decorrentes de eventuais vazamentos da rede de esgoto junto a esta faixa. Uma forma de averiguar tal possibilidade, seria o monitoramento da faixa A, B e C em outras praias onde não exista rede de esgoto junto ao calçadão e com movimento de transeuntes e comércio no calçadão tão intenso quanto em Copacabana. Em tais circunstâncias, valores eventualmente mais altos na faixa A poderiam ser exclusivamente atribuídos à tais atividades de frequentadores e usuários da praia.

e) Comparação entre Faixas de Areia A, B e C - Projeto Piloto Fases (a) e (b)

As Figuras 30, 31 e 32 mostram os valores das medianas de coliformes totais para as estações de amostragem de Barão de Ipanema, República do Peru e Souza Lima, respectivamente, nas duas fases do Projeto Piloto.

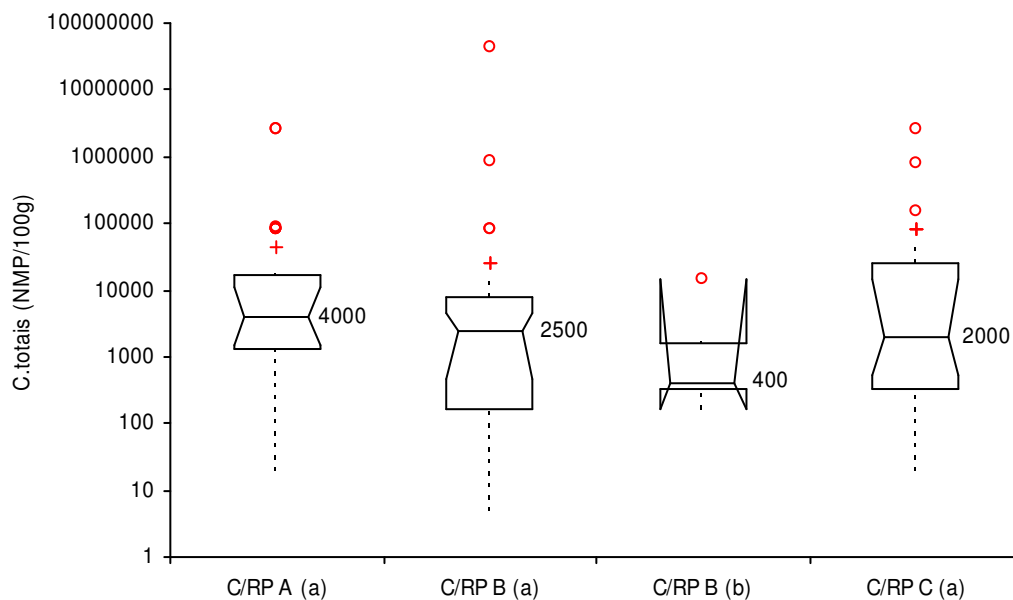
Coliformes totais: Projeto Piloto Fases (a) e (b) - Barão de Ipanema – NMP/100g areia



Faixa de Amostragem (Fase)	n	Mediana	95% IC da Mediana	
C/BI A (a)	36	8.250	4.500	15.000
C/BI B (a)	36	5.500	1.500	15.000
C/BI C (a)	36	1.200	550	5.500
C/BI B (b)	9	183	65	8.000

Figura 30 - Box Whisker plot de dados de **coliformes totais** em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem em Copacabana Barão de Ipanema (C/BI), faixas de areia A, B e C da Fase (a) e faixa de areia B da fase (b) do Projeto Piloto.

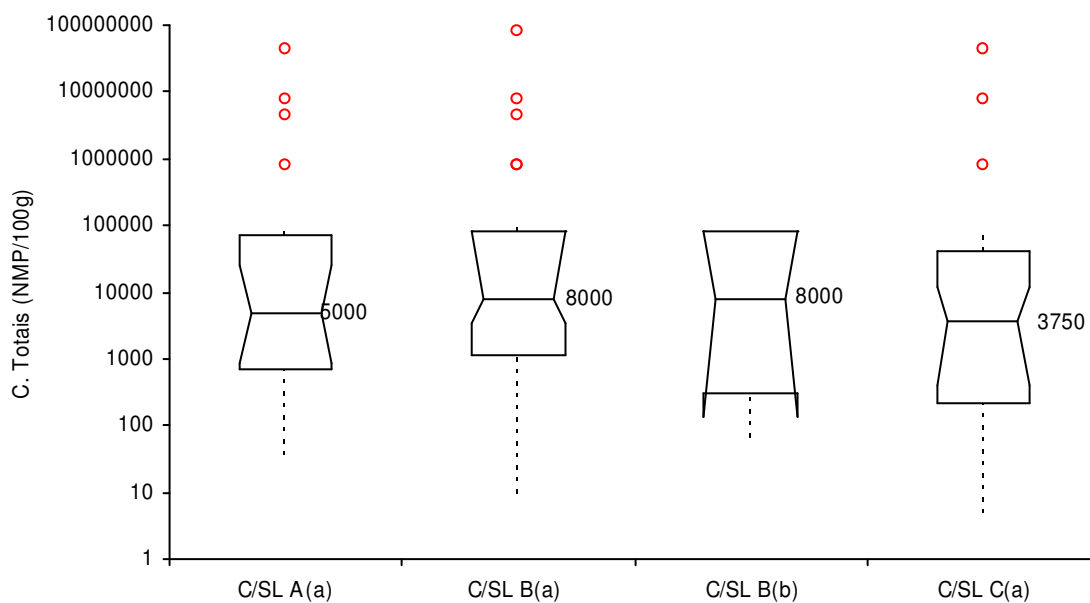
Coliformes totais: Projeto Piloto Fases (a) e (b) - República do Peru – NMP/100g areia



Faixa de Amostragem (Fase)	n	Mediana	95% IC da Mediana	
C/RP A (a)	36	4.000	1.500	11.000
C/RP B (a)	36	2.500	450	4.500
C/RP C (a)	36	2000	550	15.000
C/RP B (b)	9	400	165	15.000

Figura 31 - Box Whisker plot de dados de **coliformes totais** em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem República do Peru (RP), faixas de areia A, B e C da Fase piloto (a) e faixa de areia B da Fase piloto (b).

Coliformes totais: Projeto Piloto Fases (a) e (b) - Souza Lima – NMP/100g areia

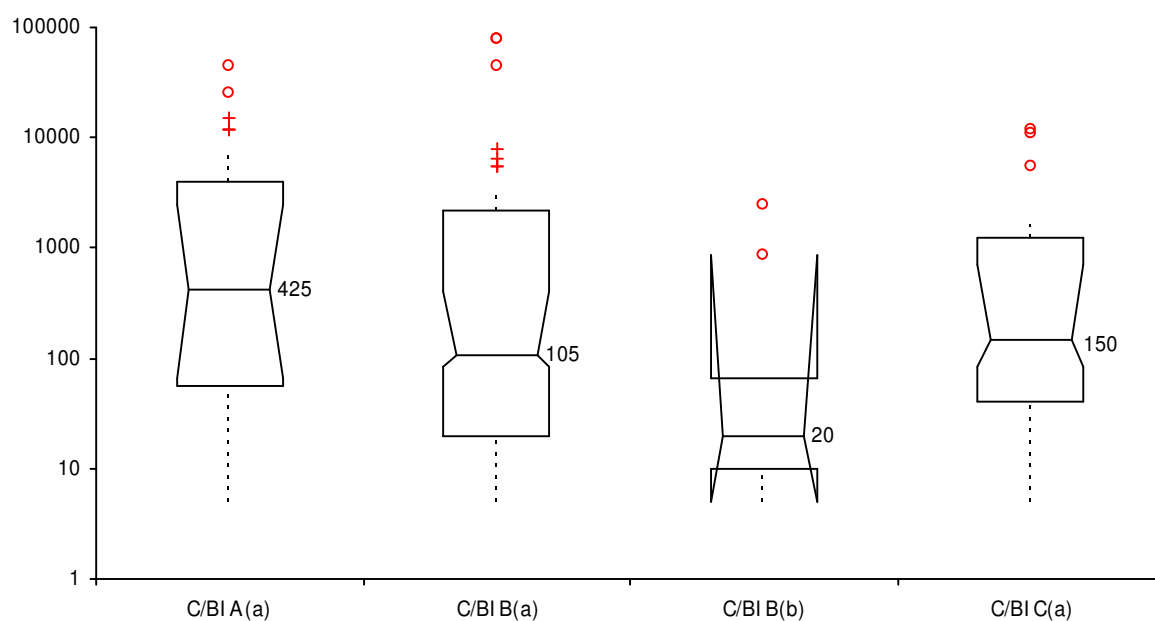


Faixa de Amostragem (Fase)	n	Mediana	95% IC da Mediana	
C/SL A(a)	36	5.000	850	25.000
C/SL B(a)	36	8.000	3.500	80.000
C/SL C(a)	36	3.750	400	12.000
C/SL B(b)	9	8.000	130	80.000

Figura 32 - Box Whisker plot de dados de **coliformes totais** em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem Souza Lima (SL), faixas de areia A, B e C da Fase piloto (a) e faixa de areia B da Fase piloto (b).

As Figuras 33, 34 e 35 mostram os valores das medianas de *E. coli* para as estações de amostragem de Barão de Ipanema, República do Peru e Souza Lima, respectivamente, nas duas fases do Projeto Piloto.

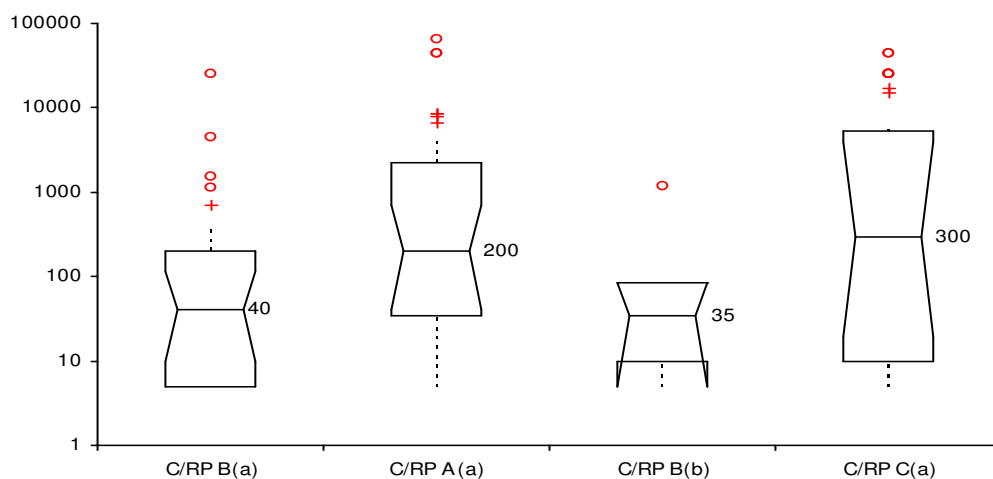
E. coli: Projeto Piloto Fases (a) e (b) - Barão de Ipanema – NMP/100g areia



Faixa de Amostragem (Fase)	n	Mediana	95% IC da Mediana	
C/BI A(a)	36	425	65	2.500
C/BI B(a)	36	105	85	400
C/BI C(a)	36	150	85	700
C/BI B(b)	9	20	5	850

Figura 33 - Box-Whisker plot de dados de *E. coli* em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem Barão de Ipanema (BI), faixas de areia A, B e C da Fase Piloto (a) e faixa de areia B da Fase Piloto (b).

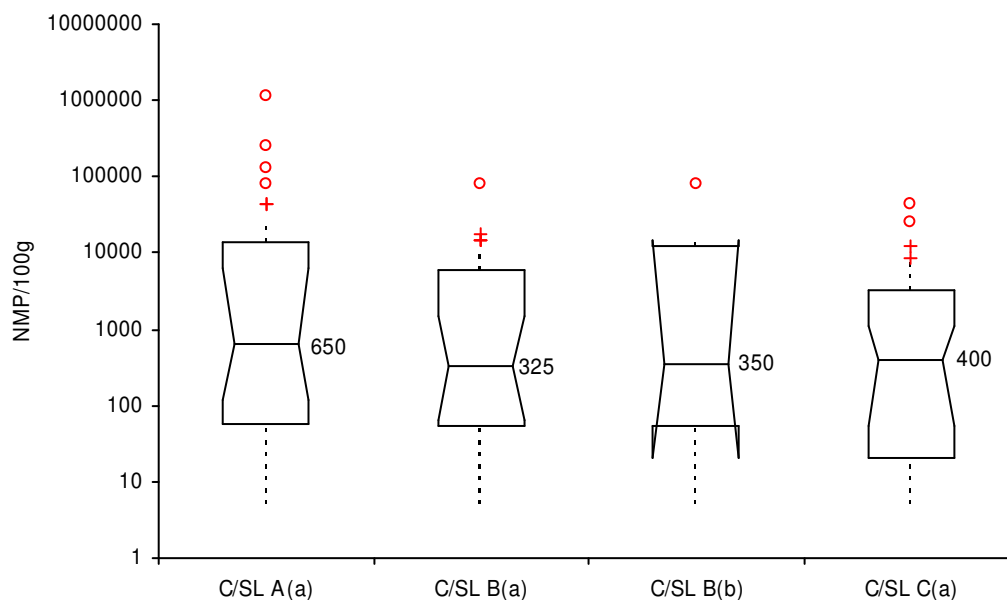
E. coli: Projeto Piloto Fases (a) e (b) - República do Peru – NMP/100g areia



Faixa de Amostragem (Fase)	n	Mediana	95% IC da Mediana	
C/RP B(a)	36	40	10	115
C/RP A(a)	36	200	40	700
C/RP C(a)	36	300	20	4.000
C/RP B(b)	9	35	5	85

Figura 34 - Box Whisker plot de dados de *E. coli* em amostras de areia, obtidas na Estação de amostragem República do Peru (RP), faixas de areia A, B e C da Fase Piloto (a) e faixa de areia B da Fase Piloto (b).

E. coli: Projeto Piloto Fases (a) e (b) - Souza Lima – NMP/100g areia



Faixa de Amostragem (Fase)	n	Mediana	95% IC da Mediana	
C/SL A(a)	36	650	115	6.500
C/SL B(a)	36	325	65	1.500
C/SL C(a)	36	400	55	1.100
C/SL B(b)	9	350	20	15.000

Figura 35 - Box Whisker plot de dados de *E. coli* em amostras de areia, obtidas na estação de amostragem Souza Lima (SL), faixas de areia A, B e C da Fase Piloto (a) e faixa de areia B da Fase Piloto(b).

Observa-se que, com exceção da estação de amostragem Souza Lima (Figura 35), em todas as demais séries históricas, a mediana obtida a partir dos dados da faixa B de amostragem na Fase Piloto (b) é inferior à mediana mais baixa obtida na Fase Piloto (a) em todas as faixas de amostragem A, B e C.

6.1.2 Monitoramento Realizado no Período Outubro/2001 a Setembro/2002

Com base nos limites estabelecidos pela Resolução 81/2000, a SMAC iniciou o monitoramento da qualidade sanitária da areia das praias do Município do Rio de Janeiro, totalizando 34 estações de amostragem e coincidindo com os mesmos locais onde já era monitorada a balneabilidade da água das praias. Foram realizadas 24 campanhas quinzenais para cada estação de amostragem, no período de outubro/2001 a setembro/2002.

Além de colimetria e parasitologia, foram também avaliados parâmetros de matéria orgânica, umidade e temperatura. A avaliação parasitológica consistiu na pesquisa de ovos e larvas de helmintos, cujos resultados não foram considerados para a classificação da qualidade da areia, por falta de padrão pré-estabelecido na Resolução SMAC.

A amostra de cada estação foi coletada na área central da faixa de areia, e passou de amostra pontual para amostra composta de 5 (cinco) sub-amostras colhidas numa área de 2 metros quadrados, o que melhorou a representatividade da amostra para a área analisada.

6.1.2.1 Resultados Obtidos na Fase de Monitoramento

a) Resultados Bacteriológicos da Fase de Monitoramento

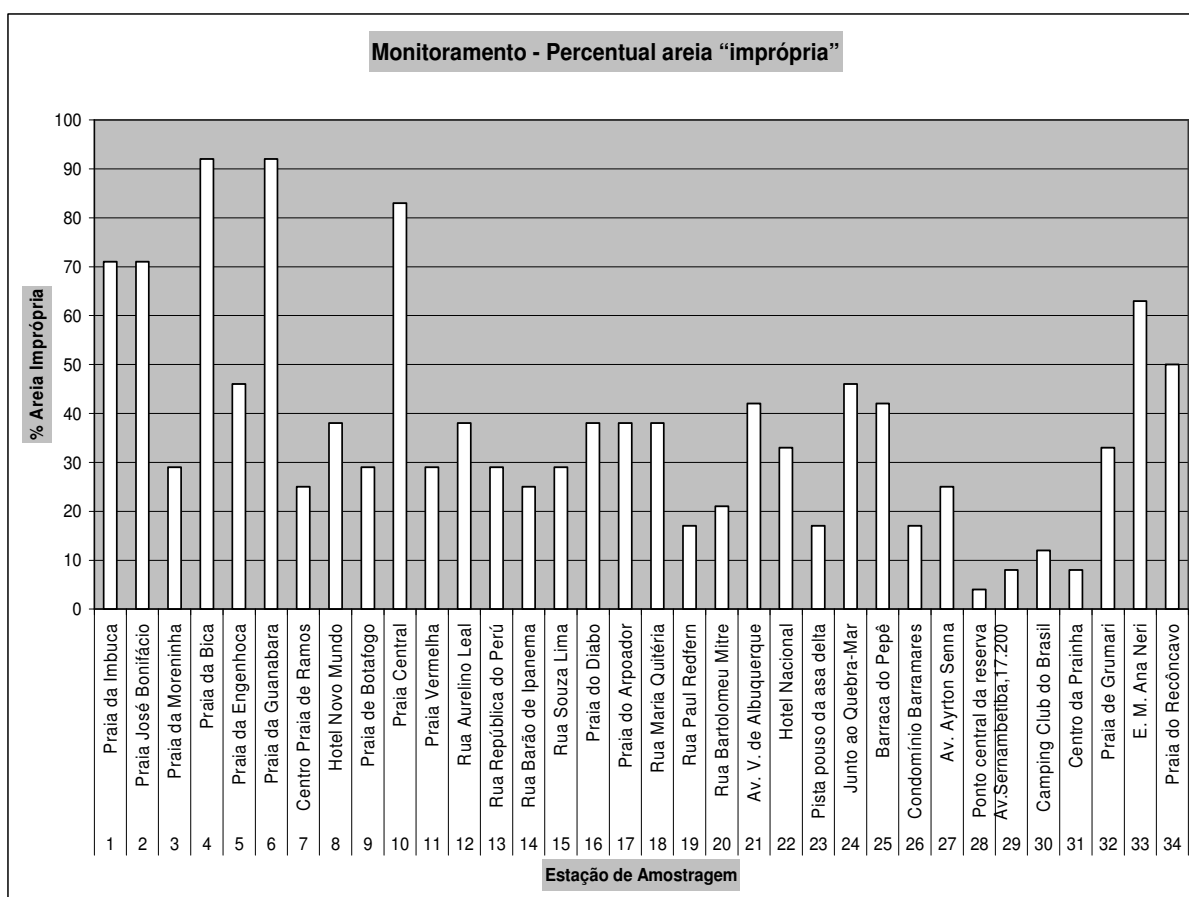
Repetindo o ocorrido durante o projeto piloto, os índices bacteriológicos continuaram apresentando variações significativas para uma mesma estação de amostragem, em campanhas diferentes. Para se ter uma visão global da avaliação da qualidade bacteriológica da areia das praias do Município durante a fase de monitoramento, nas 34 estações de amostragem, a Tabela 13 e a Figura 36 indicam, para cada uma das estações de amostragem, o percentual de amostras classificadas como “impróprias” ao longo das 24 campanhas quinzenais, adotando-se os limites de colimetria estabelecidos na Resolução SMAC 80/2001.

Tabela 13 - Percentual de classificação de areia “imprópria” durante as 24 campanhas de monitoramento, para as 34 estações de amostragem, segundo critério da Resolução SMAC 81/2000.

N.º	Bairro	Sigla	Localização da estação de amostragem	Percentual areia “imprópria”
1	Ilha de Paquetá	G/IM	Praia da Imbuca	71
2	Ilha de Paquetá	G/JB	Praia José Bonifácio	71
3	Ilha de Paquetá	G/MO	Praia da Moreninha	29
4	Ilha Governador	G/PB	Praia da Bica	92
5	Ilha Governador	G/PE	Praia da Engenhoca	46
6	Ilha Governador	G/GU	Praia da Guanabara	92
7	Ramos	G/PR	Centro Praia de Ramos	25
8	Flamengo	FLA	Hotel Novo Mundo	38
9	Botafogo	BTF	Praia de Botafogo	29
10	Urca	U/PC	Praia Central	83
11	Urca	U/PV	Praia Vermelha	29
12	Leme	LM	Rua Aurelino Leal	38
13	Copacabana	C/RP	Rua República do Perú	29
14	Copacabana	C/BI	Rua Barão de Ipanema	25
15	Copacabana	C/SL	Rua Souza Lima	29
16	Ipanema	I/PD	Praia do Diabo	38
17	Arpoador	I/ARP	Praia do Arpoador	38
18	Ipanema	I/MQ	Rua Maria Quitéria	38
19	Ipanema	I/PR	Rua Paul Redfern	17
20	Leblon	L/BM	Rua Bartolomeu Mitre	21
21	Leblon	L/VA	Av. V. de Albuquerque	42
22	S. Conrado	P/HN	Hotel Nacional	33
23	S. Conrado	P/ASA	Pista pouso da asa delta	17
24	Barra da Tijuca	B/QM	Junto ao Quebra-Mar	46
25	Barra da Tijuca	B/PP	Barraca do Pepê	42

26	Barra da Tijuca	B/CB	Condomínio Barramares	17
27	Barra da Tijuca	B/ALV	Av. Ayrton Senna	25
28	Rec. Bandeirantes	R/RES	Ponto central da reserva	4
29	Rec. Bandeirantes	REC	Av. Sernamb. , 17.200	8
30	Rec. Bandeirantes	R/PO	Camping Club do Brasil	12
31	Rec. Bandeirantes	PRA	Centro da Prainha	8
32	Rec. Bandeirantes	GRU	Praia de Grumari	33
33	Barra Guaratiba	GUA	E. M. Ana Neri	63
34	Sepetiba	SEP	Praia do Recôncavo	50

Adaptado de SMAC (2002)



Adaptado de SMAC (2002).

Figura 36 - Percentual de classificação de areia “imprópria” durante as 24 campanhas de monitoramento, para cada estação de amostragem.

Os resultados obtidos indicam que, na média, as praias do Município ficaram com as areias classificadas como impróprias durante 38% do tempo. Considerando-se que as praias representam um dos principais cartões postais da cidade e uma das principais atividades de lazer da população local, este percentual pode ser considerado elevado. As seguintes hipóteses podem ser consideradas para este fato: o padrão de qualidade adotado é muito rigoroso; os procedimentos de amostragem e análise de areia não são adequados; ou de fato as praias ficam poluídas durante este período. De qualquer modo, algo deve ser feito para que as areias das praias sejam classificadas como próprias durante um período maior. Seja no ajuste do padrão de qualidade, na implantação de projetos de educação ambiental e obras de saneamento ou na intensificação da fiscalização do cumprimento da legislação vigente.

b) Resultados Parasitológicos da Fase de Monitoramento

A parasitologia se restringiu à pesquisa de ovos e larvas de helmintos. Os resultados não foram considerados para a qualificação sanitária da areia durante a fase de monitoramento, uma vez que a Resolução SMAC 81/2000 ainda não estabelece limites para este parâmetro. Para se ter uma visão global das condições parasitológicas da areia das praias nas 34 estações de amostragem, durante a fase de monitoramento, a Tabela 14 e a Figura 37 indicam o percentual de amostras em que se constatou a presença de ovos e/ou larvas, ao longo das 24 campanhas quinzenais.

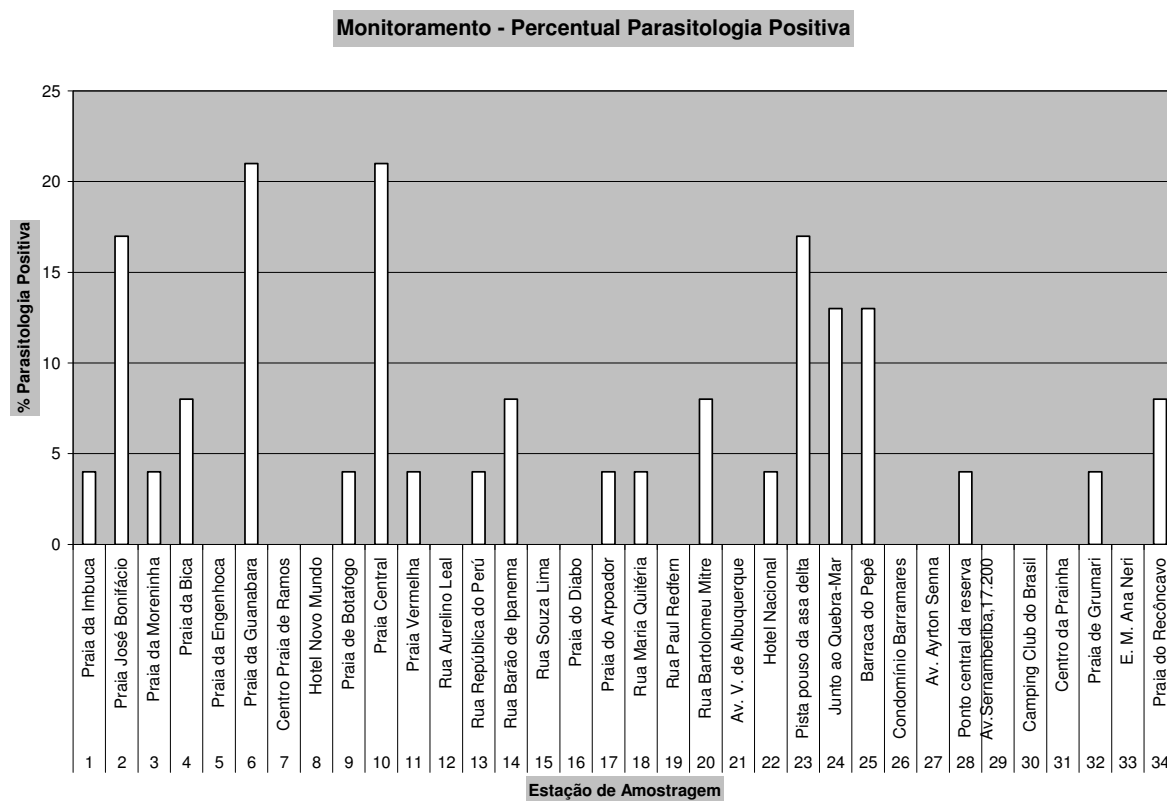
Os resultados obtidos indicam que, na média, as praias do Município apresentaram resultado positivo de ocorrência de parasitas em 5% das amostras.

Tabela 14 - Percentual de ocorrência de parasitologia positiva durante as 24 campanhas de monitoramento, para cada estação de amostragem

N.º	Bairro	Sigla	Localização da estação de amostragem	Percentual parasitologia positiva
1	Ilha de Paquetá	G/IM	Praia da Imbuca	4
2	Ilha de Paquetá	G/JB	Praia José Bonifácio	17
3	Ilha de Paquetá	G/MO	Praia da Moreninha	4
4	Ilha Governador	G/PB	Praia da Bica	8
5	Ilha Governador	G/PE	Praia da Engenhoca	0
6	Ilha Governador	G/GU	Praia da Guanabara	21
7	Ramos	G/PR	Centro Praia de Ramos	0
8	Flamengo	FLA	Hotel Novo Mundo	0
9	Botafogo	BTF	Praia de Botafogo	4
10	Urca	U/PC	Praia Central	21
11	Urca	U/PV	Praia Vermelha	4
12	Leme	LM	Rua Aurelino Leal	0
13	Copacabana	C/RP	Rua República do Perú	4
14	Copacabana	C/BI	Rua Barão de Ipanema	8
15	Copacabana	C/SL	Rua Souza Lima	0
16	Ipanema	I/PD	Praia do Diabo	0
17	Arpoador	I/ARP	Praia do Arpoador	4
18	Ipanema	I/MQ	Rua Maria Quitéria	4
19	Ipanema	I/PR	Rua Paul Redfern	0
20	Leblon	L/BM	Rua Bartolomeu Mitre	8
21	Leblon	L/VA	Av. V. de Albuquerque	0
22	S. Conrado	P/HN	Hotel Nacional	4
23	S. Conrado	P/ASA	Pista pouso da asa delta	17
24	Barra da Tijuca	B/QM	Junto ao Quebra-Mar	13
25	Barra da Tijuca	B/PP	Barraca do Pepê	13
26	Barra da Tijuca	B/CB	Condomínio Barramares	0
27	Barra da Tijuca	B/ALV	Av. Ayrton Senna	0

28	Rec. Bandeirantes	R/RES	Ponto central da reserva	4
29	Rec. Bandeirantes	REC	Av.Sernambetiba,17.200	0
30	Rec. Bandeirantes	R/PO	Camping Club do Brasil	0
31	Rec. Bandeirantes	PRA	Centro da Prainha	0
32	Rec. Bandeirantes	GRU	Praia de Grumari	4
33	Barra Guaratiba	GUA	E. M. Ana Neri	0
34	Sepetiba	SEP	Praia do Recôncavo	8

Adaptado de SMAC (2002).



Adaptado de SMAC (2002).

Figura 37 - Percentual de ocorrência de parasitologia positiva durante as 24 campanhas de monitoramento, para as 34 estações de amostragem.

c) Resultados Micrológicos da Fase de Monitoramento

Não foi feita pesquisa de fungos patogênicos durante o monitoramento da qualidade sanitária da areia das praias. Além disso, a Resolução SMAC 81/2000 ainda não estabelece indicadores e respectivos limites para estes microorganismos.

6.1.2.2 Análise Estatística dos Dados na Fase de Monitoramento

a) Dados Agregados de Todas as Praias

As Figuras 38 e 39 apresentam testes de normalidade Anderson-Darling agregando todos os dados de C. totais e de *E. coli*, respectivamente, de todas as praias, na fase de monitoramento, representando 680 amostras cada.

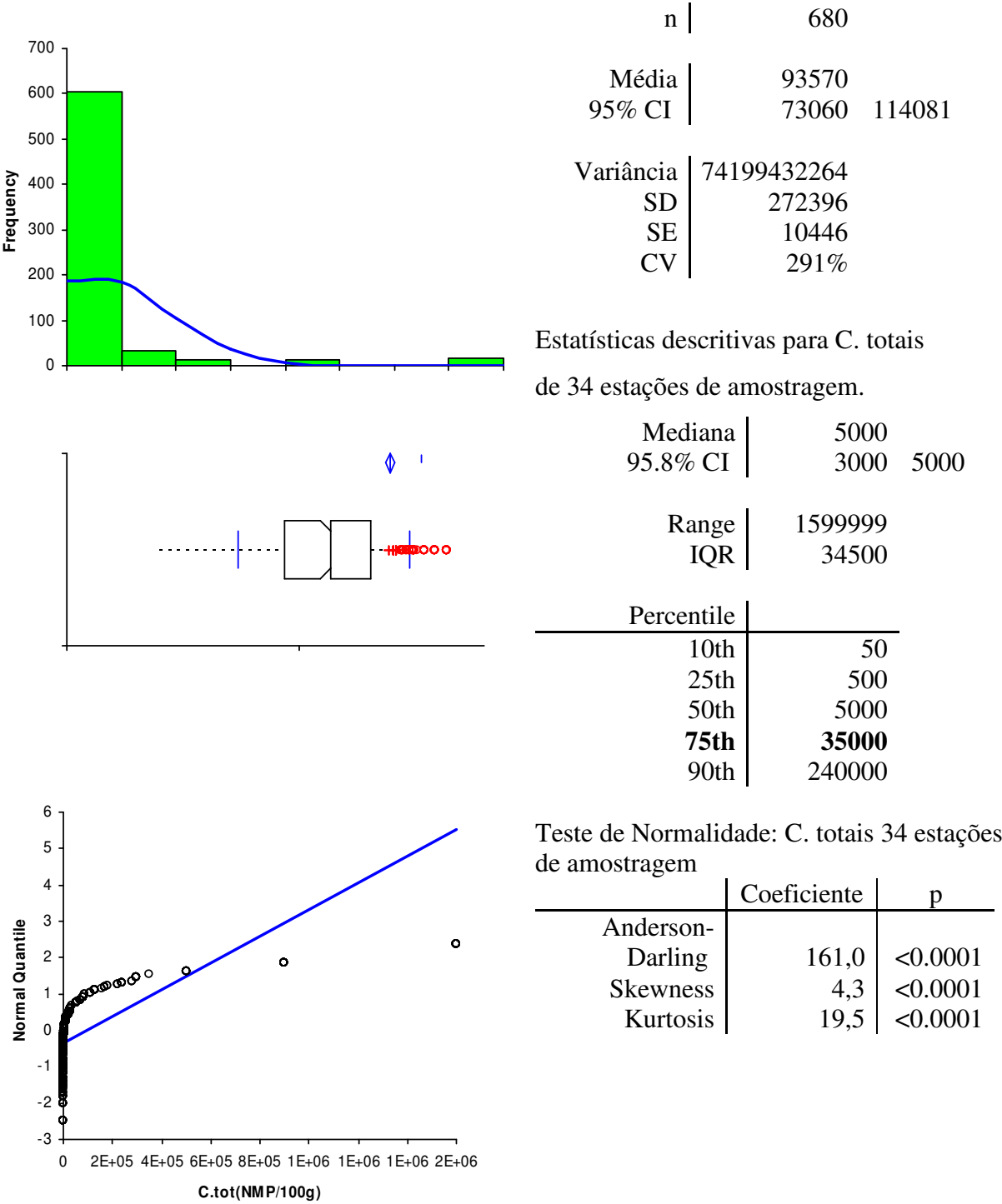


Figura 38 - Teste de normalidade Anderson-Darling agregando todos os dados de C. totais de todas as praias na fase de monitoramento, ilustrando a distribuição não normal dos dados.

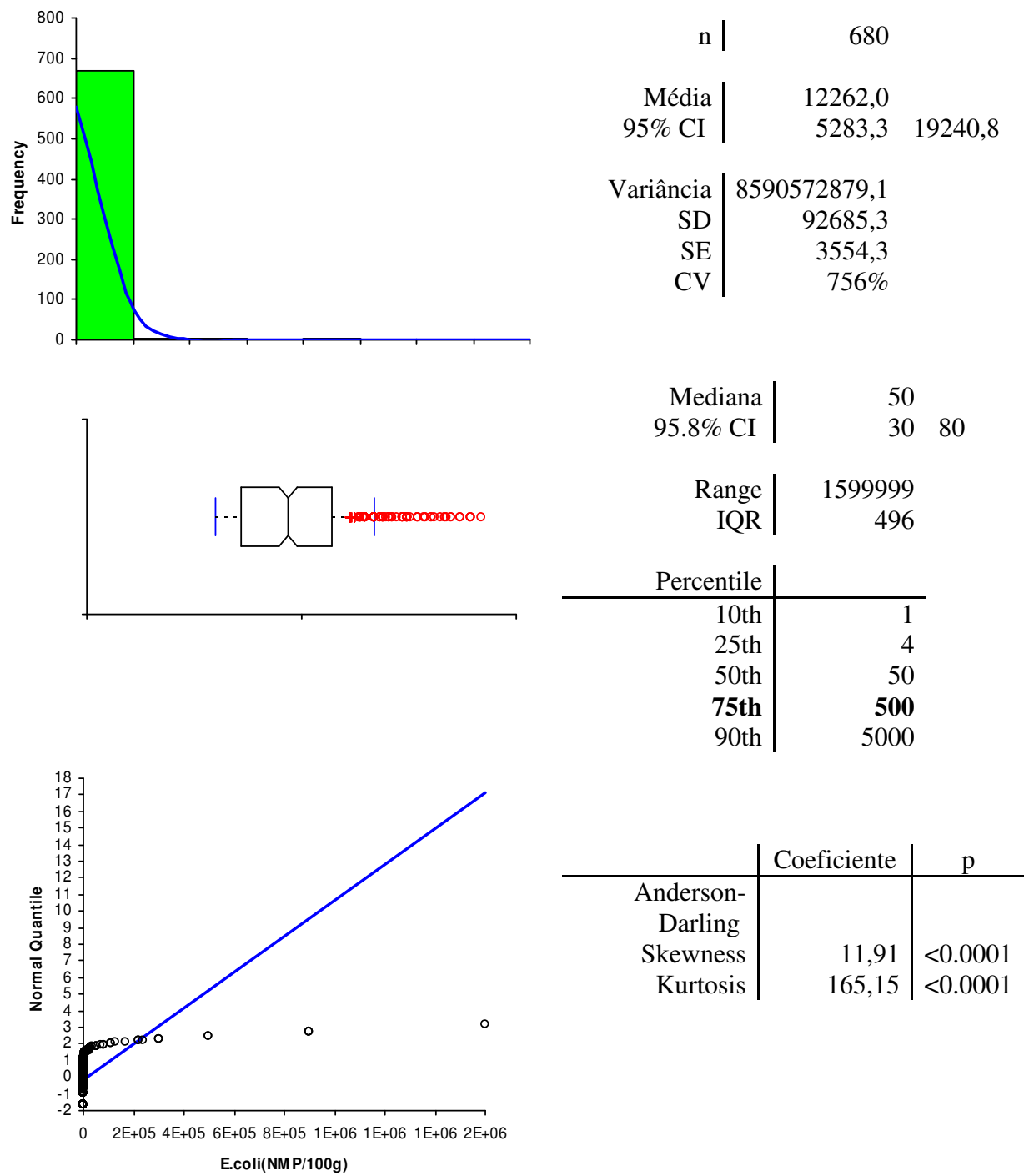


Figura 39 - Teste de normalidade Anderson-Darling agregando todos os dados de *E. coli* de todas as praias na fase de monitoramento ilustrando a distribuição não normal dos dados.

Segundo distribuição não-paramétrica dos dados, 75% das amostras apresentam valor de C. totais igual ou inferior a 35.000 NMP/100g areia, e de *E.coli* igual ou inferior a 500 NMP/100g areia.

Já para uma meta de 90% das amostras serem enquadradas abaixo de limites pré-fixados, os valores para C. totais e *E. coli* subiriam para 240.000 NMP/100g e 5.000 NMP/100g, respectivamente.

b) Caracterização Sazonal na Fase de Monitoramento: Temperatura, Umidade, Matéria Orgânica, C. totais e *E. coli*

A seguir são apresentados os dados agregados por estação do ano, das séries históricas obtidas durante a fase de monitoramento para os seguintes parâmetros:

Temperatura (°C) – Figura 40

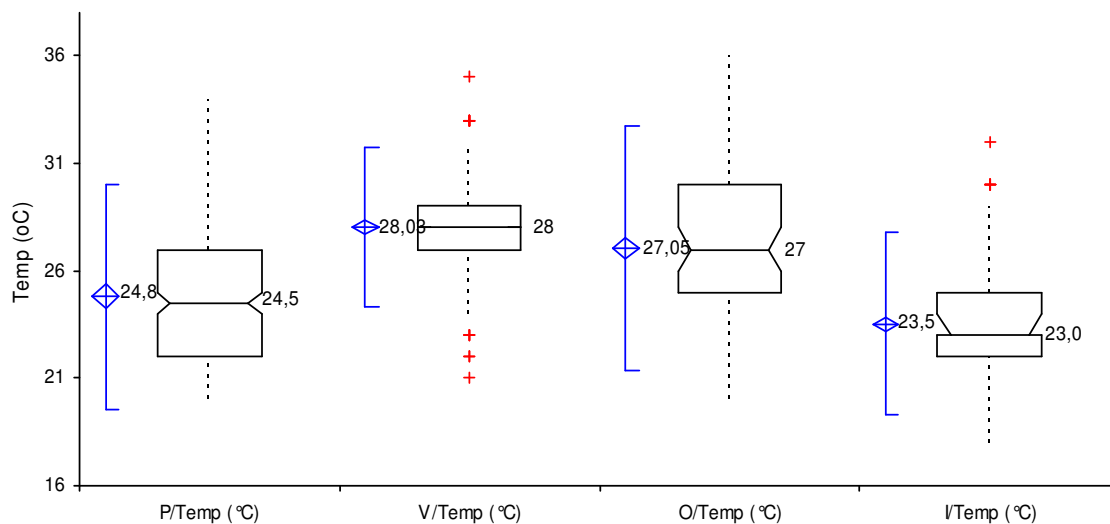
Umidade (%) – Figura 41

Matéria orgânica (%) – Figura 42

Coliformes totais (NMP/100g areia) – Figura 43

E. coli (NMP/100g areia) – Figura 44

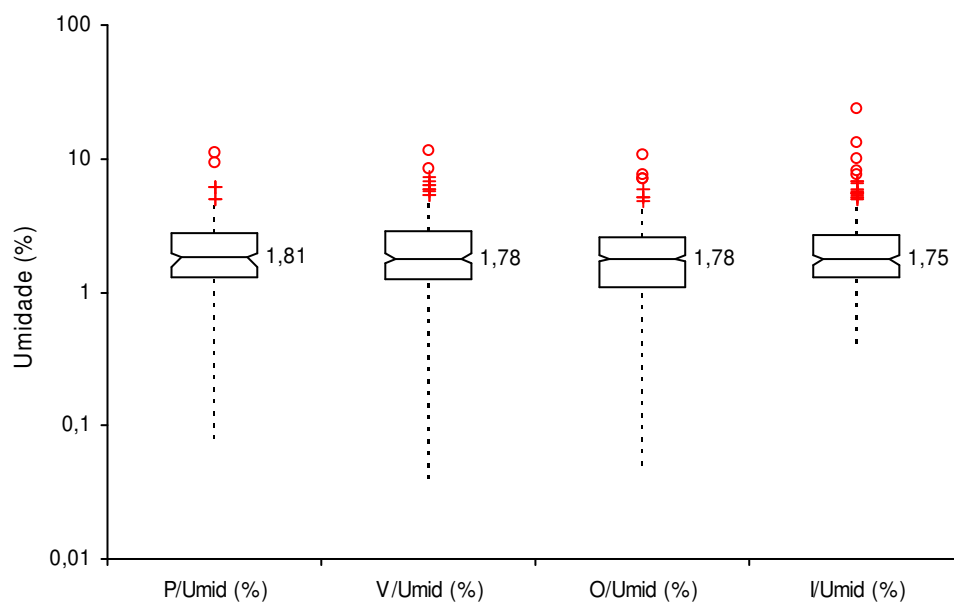
Dados Agregados de Temperaturas (°C) por Estação do Ano



Estação do Ano	n	Média	SD	SE	95% IC da Média		Mediana	IQR	95% IC da Mediana	
Primavera	131	24,8	3,18	0,28	24,3	25,4	24,5	24,0	25,0	5,0
Verão	222	28,0	2,27	0,15	27,7	28,3	28,0	28,0	28,0	2,0
Outono	218	27,1	3,48	0,24	26,6	27,5	27,0	26,0	28,0	5,0
Inverno	237	23,5	2,57	0,17	23,2	23,9	23,0	23,0	24,0	3,0

Figura 40 - Temperatura (°C) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002).

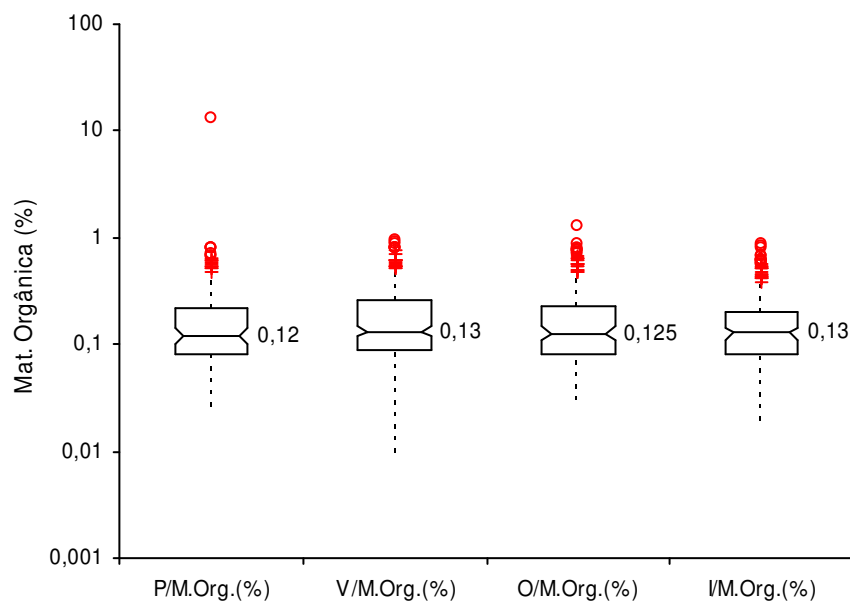
Dados Agregados de Umidade da Areia (%) por Estação do Ano



Estação do Ano	n	Mediana	95% CI da Mediana	
Primavera	134	1,81	1,54	1,97
Verão	226	1,78	1,66	1,95
Outono	218	1,78	1,70	1,91
Inverno	238	1,75	1,59	1,90

Figura 41 - Umidade (%) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002).

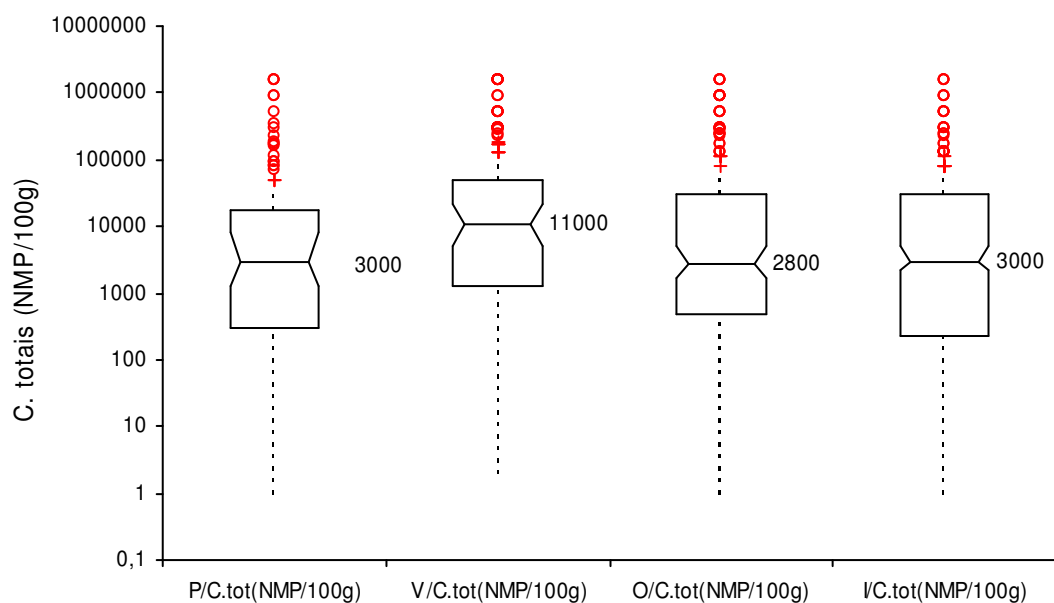
Dados Agregados de Matéria Orgânica (%) por Estação do Ano



Estação do Ano	n	Mediana	95% CI da Mediana
Primavera	134	0,12	0,10 0,14
Verão	226	0,13	0,12 0,15
Outono	218	0,13	0,11 0,15
Inverno	238	0,13	0,11 0,14

Figura 42 - Matéria Orgânica (%) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002).

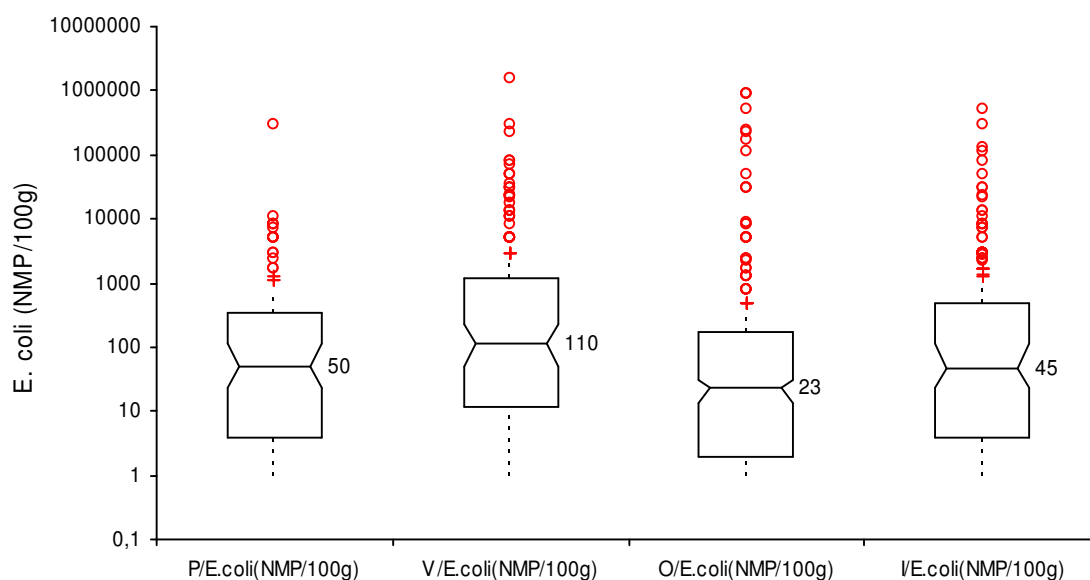
Dados Agregados de Coliformes Totais (NMP/100g areia) por Estação do Ano



Estação do Ano	n	Mediana	95% IC	
Primavera	134	3.000	1300	8.000
Verão	226	11.000	5.000	22.000
Outono	218	2.800	1.700	5.000
Inverno	238	3.000	2200	5.000

Figura 43 - Concentração de C. totais (NMP/100g areia) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002).

Dados Agregados de *E. coli* (NMP/100g areia) por Estação do Ano



Estação do Ano	n	Mediana	95% IC	
Primavera	134	50	23	110
Verão	226	110	50	220
Outono	218	23	13	30
Inverno	238	45	23	110

Figura 44 - Concentração de *E. coli* (NMP/100g areia) da areia das praias do MRJ por estação do ano: Amostras quinzenais de 34 estações de monitoramento (Outubro 2001 – Setembro 2002).

Com exceção do parâmetro Temperatura, nenhum outro segue distribuição normal. Portanto, somente para Temperatura (Figura 40) foram utilizadas estatísticas descritivas paramétricas (média, desvio padrão, etc).

As diferenças sazonais encontradas para umidade e matéria orgânica nas diferentes estações são relativamente pequenas. Como esperado, a temperatura das areias durante o verão apresentou valores médios e medianos superiores às demais estações do ano.

Para coliformes totais e *E. coli* procedeu-se a análise comparativa entre as medianas obtidas para as diferentes estações do ano, utilizando-se para tanto, o teste Mann-Whitney também conhecido por *two-sample rank test* ou *two-sample Wilcoxon rank sum test*. As hipóteses utilizadas foram:

$H_0: h_1 = h_2$ versus $H_1: h_1 > h_2$, onde h é a mediana da população.

O teste assume que os dados de ambas as populações (no caso, duas estações do ano) são independentes, que apresentam a mesma forma de distribuição. O teste Mann-Whitney menos poderoso (o intervalo de confiança é mais amplo em média) do que o teste de duas amostras que se utiliza em dados que seguem distribuição normal. Entretanto, é consideravelmente mais poderoso (intervalo de confiança mais estreito em média) para muitas outras distribuições. Com base no teste Mann-Whitney, foi verificado que ao nível de $\alpha = 0,05$:

- Com relação aos valores de C.totais, a mediana no verão é significativamente superior às medianas da primavera, outono e inverno. As medianas de primavera, outono e inverno não apresentaram diferenças significativas.
- Com relação aos valores de *E. coli*: a mediana no verão é significativamente superior às medianas da primavera, outono e inverno. A mediana observada na primavera e no inverno eram superiores ao outono e primavera e inverno apresentaram medianas sem diferenças significativas.

Considerando que no verão a ocupação das praias é maior, tanto pelo aumento de turistas quanto da população local, em função das férias escolares, os valores significativamente superiores durante o verão (Teste Mann-Whitney), tanto para C. totais quanto para *E. coli* quando comparados às demais estações do ano sugerem uma relação direta entre a taxa de ocupação das praias e a maior poluição de suas areias. Pode-se concluir que um programa de melhoria da qualidade sanitária da areia das praias deve incluir campanhas de educação ambiental e maior vigilância quanto ao cumprimento da legislação vigente pelos frequentadores das praias.

c) Contaminação Microbiológica na Faixa B: Período de Monitoramento

As séries históricas disponíveis de Coliformes totais e de *Escherichia coli* em 34 estações de amostragem do MRJ, para a faixa central B de areia, obtidas durante o período de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002), são aqui utilizadas para classificá-las quanto à qualidade sanitária das suas areias.

A Figura 45 indica, para as 34 estações de amostragem, no ponto médio da faixa de areia (B), a mediana e o intervalo de confiança a 95% para a concentração de coliformes totais.

A Tabela 15 apresenta as 34 estações de amostragem, em ordem decrescente de qualidade microbiológica, com base nas medianas obtidas para as concentrações de coliformes totais.

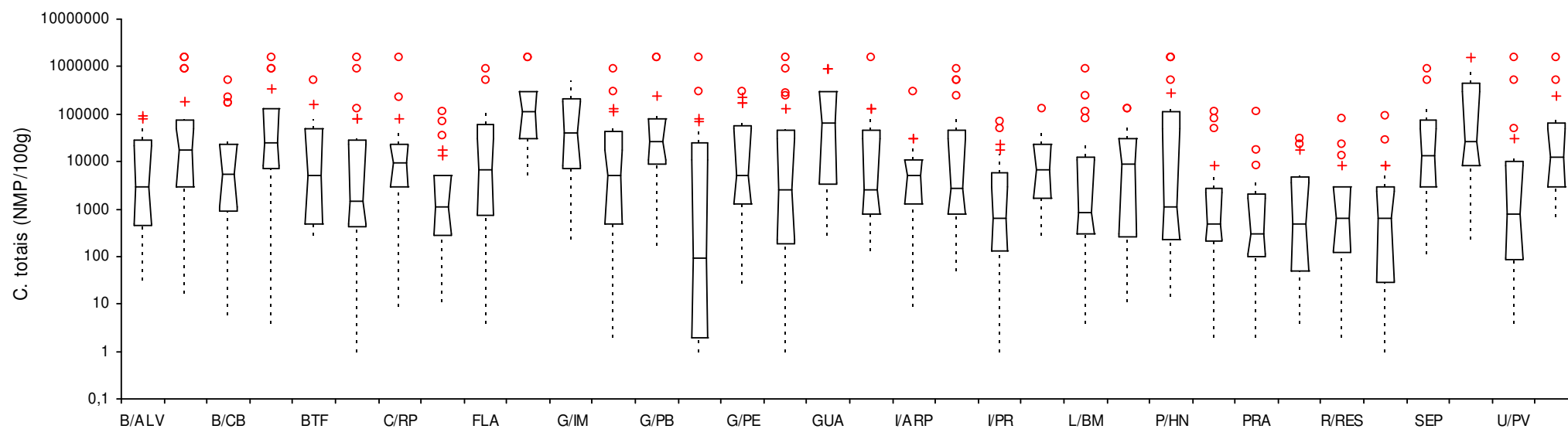


Figura 45 - Coliformes Totais (NMP/100g areia), em 34 estações de amostragem do Município do Rio de Janeiro: Amostras obtidas quinzenalmente durante o período de outubro/2001 a setembro/2002 (As praias aqui representadas por siglas têm seu nome por extenso na Lista de Abreviaturas e Símbolos).

Tabela 15 - Coliformes Totais (NMP/100g areia) nas diferentes estações de amostragem, em ordem decrescente de qualidade com base na Mediana (Dados obtidos quinzenalmente durante o período de outubro/2001 a setembro/2002, num total de 24 amostras por estação de amostragem).

Estação de amostragem	Mediana	IC 95%	
1. Praia de Ramos	95	2	11.000
2. Prainha	290	110	1.700
3. São Conrado – Asa Delta	500	230	2.200
4. Recreio – Praia Pontal	500	50	3.500
5. Recreio – Praia Macumba	650	30	2.300
6. Recreio – Praia da Reserva	650	130	3.000
7. Ipanema – Paul Redfern	650	130	3.000
8. Urca – Praia Vermelha	800	90	8.000
9. Leblon – Bartolomeu Mitre	850	300	11.000
10. Copacabana – Souza Lima	1.100	300	5.000
11. São Conrado – Hotel Nacional	1.100	230	50.000
12. Copacabana – Barão de Ipanema	1.500	500	23.000
13. Praia Grumari	2.600	230	30.000
14. Ipanema – Maria Quitéria	2.600	800	30.000
15. Ipanema – Praia do Diabo	2.650	800	30.000
16. Barra – Av. Ayrton Senna	3.000	500	22.000
17. Ipanema – Praia Arpoador	5.000	1.300	11.000
18. Paquetá – Praia Moreninha	5.000	500	18.000
19. Praia Botafogo	5.000	500	50.000
20. Governador – Praia Engenhoca	5.000	1.300	50.000
21. Barra – Condomínio Barramares	5.500	1.100	23.000
22. Leblon – Visconde Albuquerque	6.500	1.700	23.000
23. Praia Flamengo	6.500	800	30.000
24. Praia do Leme	8.500	300	30.000
25. Copacabana – República Peru	9.500	3.000	22.000
26. Paquetá – Praia José Bonifácio	12.500	3.000	50.000
27. Sepetiba – Praia Recôncavo	13.000	3.000	50.000
28. Barra – Praia Pepê	17.000	3.000	50.000
29. Barra – Quebra Mar	25.500	8.000	130.000
30. Governador – Praia Bica	26.000	11.000	80.000
31. Urca – Praia Central	26.500	8.000	300.000
32. Paquetá – Praia Imbuca	39.000	8.000	180.000
33. Barra de Guaratiba	65.000	3.500	300.000
34. Governador – Praia Guanabara	110.000	30.000	300.000

A Figura 46 indica, para as 34 estações de amostragem, no ponto médio da faixa de areia (B), a mediana e o intervalo de confiança a 95% para a concentração de *E. coli*.

A Tabela 16 apresenta as 34 estações de amostragem, em ordem decrescente de qualidade microbiológica, com base nas medianas obtidas para as concentrações de *E. coli*.

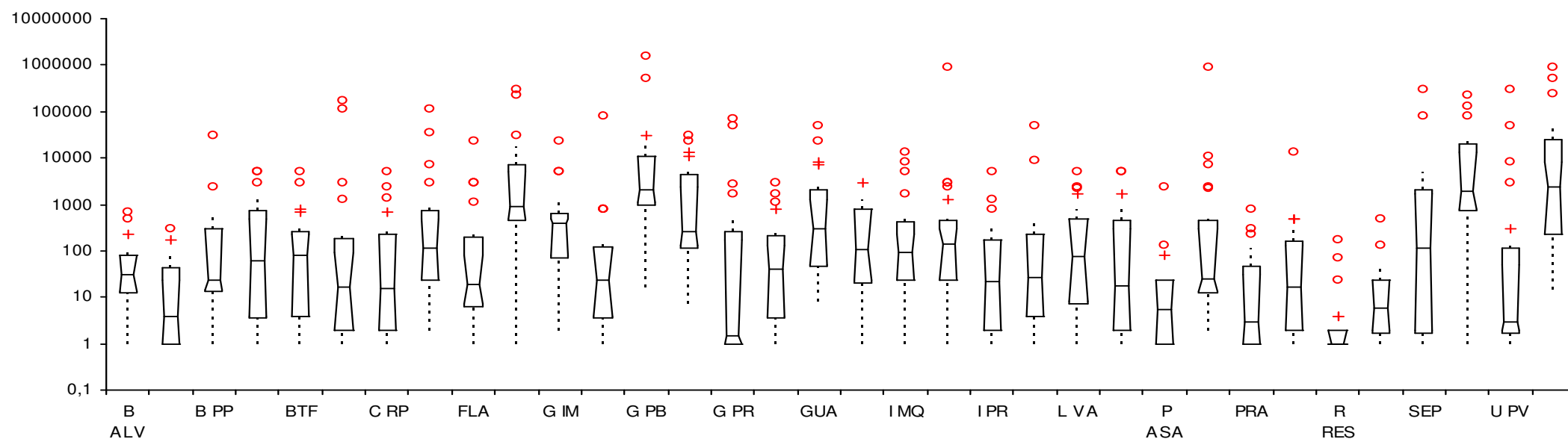


Figura 46 - Box-Wisker plot. *E. coli* (NMP/100g areia), em 34 estações de amostragem do Município do Rio de Janeiro: Amostras obtidas quinzenalmente durante o período de monitoramento Out/2001 a Set/2002 (As siglas têm seu nome por extenso na Lista de Abreviaturas e Símbolos).

Tabela 16 - *E. coli* (NMP/100g areia) nas diferentes estações de amostragem, em ordem decrescente de qualidade com base na mediana (dados obtidos quinzenalmente durante o período de Out/2001 a Set/2002, num total de 24 amostras por estação de amostragem).

Estação de Amostragem	Mediana	IC 95%	
		inferior	superior
1. Recreio - Praia da Reserva	1	1	2
2. Praia de Ramos	1	1	170
3. Prainha	3	1	30
4. Urca - Praia Vermelha	3	2	50
5. Barra - Condomínio Barramares	4	1	23
6. São Conrado - Asa Delta	5,5	1	23
7. Recreio – Praia Macumba	6	2	23
8. Copacabana – República do Peru	15	2	230
9. Copacabana – Barão de Ipanema	17	2	90
10. Recreio – Praia do Pontal	17	2	130
11. Praia do Leme	18	2	300
12. Praia do Flamengo	18,5	7	80
13. Ipanema – Paul Redfern	21,5	2	170
14. Paquetá – Praia Moreninha	23	4	110
15. Barra – Praia Pepê	23	14	300
16. São Conrado – Hotel Nacional	25	13	300
17. Leblon – Bartolomeu Mitre	26,5	4	230
18. Barra – Av. Ayrton Senna	30	13	80
19. Praia de Grumari	40	4	130
20. Barra – Quebra Mar	60	4	500
21. Leblon – Visconde Albuquerque	75	8	500
22. Praia de Botafogo	80	4	230
23. Ipanema – Maria Quitéria	95	23	230
24. Ipanema – Praia Arpoador	105	23	800
25. Sepetiba – Praia Recôncavo	110	2	1.700
26. Copacabana – Souza Lima	110	23	500
27. Ipanema – Praia do Diabo	140	23	300
28. Governador – Praia Engenhoca	265	130	2.300
29. Barra de Guaratiba	290	50	1.300
30. Paquetá – Praia Imbuca	400	80	500
31. Governador – Praia Guanabara	900	500	5.000
32. Urca – Praia Central	1.950	800	13.000
33. Governador – Praia Bica	2.000	1.100	11.000
34. Paquetá – Praia José Bonifácio	2.350	230	8.000

d) Relação Entre as Qualidades de Água e de Areia de Uma Praia.

Na comparação da qualidade sanitária de areia não sujeita à maré, nas 34 estações de amostragem distribuídas ao longo de todo o litoral da cidade, a praia de Ramos, que sistematicamente tem suas águas qualificadas como impróprias para o banho, surpreendentemente registrou a areia de menor valor de mediana para o índice de coliformes totais (Tabela 15). Com relação ao índice de *E. coli*, ficou em segundo lugar, superada em qualidade apenas pela praia da Reserva, no Recreio dos Bandeirantes (Tabela 16). Se compararmos ainda os intervalos de confiança a 95%, o limite superior da praia de Ramos é menor do que o de muitas praias oceânicas da zona sul de melhores condições de balneabilidade. Isto sugere que a qualidade da água de uma praia não influencia na qualidade de suas areias.

A mesma constatação pode ser feita para as praias de Botafogo e do Flamengo, que, apesar da má qualidade sanitária das suas águas, os valores das medianas de coliformes de suas areias são inferiores aos de algumas praias oceânicas de melhores condições de balneabilidade.

Uma das possíveis causas de tal constatação pode ser que, em função da má qualidade da água da praia de Ramos e de outras praias da Baía de Guanabara, a população local prefira freqüentar as praias oceânicas da zona sul, de melhor balneabilidade, reduzindo a freqüência nas praias da zona norte, e, conseqüentemente, a poluição da areia. Isto reforça a hipótese formulada em vários estudos consultados, de que o nível de poluição da areia de uma praia é diretamente proporcional à concentração de seus freqüentadores.

A Tabela 17 compara as qualidades sanitárias da água e da areia de uma mesma praia, para as 34 estações de amostragem de areia, indicando o valor da mediana de *E. coli* para a areia e o percentual de dias do ano em que a mesma praia esteve com suas águas em condição imprópria para o banho.

Tabela 17 - Comparação entre o valor da mediana de *E. coli* (NMP/100g areia) para a faixa B de areia, durante a fase de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002), e o percentual de dias do ano em condição imprópria para água, durante o ano de 2001, para as 34 estações de amostragem de areia.

Classificação - Estação de Amostragem	Mediana de <i>E. coli</i>	% de Água Imprópria no Ano
1. Recreio - Praia da Reserva	1	-
2. Praia de Ramos	1,5	100
3. Prainha	3	2
4. Urca - Praia Vermelha	3	28
5. Barra - Condomínio Barramares	4	24
6. São Conrado - Asa Delta	5,5	12
7. Recreio - Praia Macumba	6	2
8. Copacabana - República do Peru	15	3
9. Copacabana - Barão de Ipanema	17	3
10. Recreio - Praia do Pontal	17	3
11. Praia do Leme	18	6
12. Praia do Flamengo	18,5	88
13. Ipanema - Paul Redfern	21,5	26
14. Paquetá - Praia Moreninha	23	14
15. Barra - Praia Pepê	23	34
16. São Conrado - Hotel Nacional	25	15
17. Leblon - Bartolomeu Mitre	26,5	38
18. Barra - Av. Ayrton Senna	30	8
19. Praia de Grumari	40	2
20. Barra - Quebra Mar	60	55
21. Leblon - Visconde Albuquerque	75	58
22. Praia de Botafogo	80	83
23. Ipanema - Maria Quitéria	95	18
24. Ipanema - Praia Arpoador	105	10
25. Sepetiba - Praia Recôncavo	110	98
26. Copacabana - Souza Lima	110	7
27. Ipanema - Praia do Diabo	140	8
28. Governador - Praia Engenhoca	265	90
29. Barra de Guaratiba	290	40
30. Paquetá - Praia Imbuca	400	14
31. Governador - Praia Guanabara	900	94
32. Urca - Praia Central	1950	44
33. Governador - Praia Bica	2000	88
34. Paquetá - Praia José Bonifácio	2350	22

Adaptado de SMAC (2002, 2003).

Observa-se que a seqüência de praias em ordem crescente do valor da mediana de *E. coli* para areia não é acompanhada por uma seqüência de praias em ordem crescente de percentual de dias de qualidade imprópria para a água. Ou seja, uma praia com piores condições de balneabilidade não resultou necessariamente em praia com piores condições de qualidade sanitária de areia não sujeita à maré.

Deve-se ressaltar que as amostras de areias foram obtidas numa faixa não sujeita à maré, e na profundidade de zero a 15cm, sem atingir o lençol freático. Numa situação de intrusão da água do mar na faixa de areia, e no caso de amostras obtidas a uma profundidade tal que atinja o lençol freático, a qualidade sanitária da areia poderá ser afetada pela qualidade sanitária da água.

6.2 Proposta de Estratégia para Monitoramento e Controle da Qualidade Sanitária de Areia de Praia no Município do Rio de Janeiro

Com base nas metodologias e nos indicadores propostos em outros estudos, e nos resultados das análises da qualidade sanitária das areias das praias do MRJ constatados durante o projeto piloto e o período de monitoramento, foi estabelecida uma proposta de estratégia para o monitoramento e o controle da qualidade sanitária de areia de praia que inclui os seguintes itens:

6.2.1 Proposta de Novos Indicadores e Respectivos Limites para Revisão da Resolução SMAC 81/2000

A Resolução SMAC 81/2000 estabeleceu um padrão provisório para bactérias, com previsão de revisão até dezembro/2002 e ainda não efetuada. O presente trabalho estabelece uma proposta de indicadores e respectivos limites para a revisão da Resolução SMAC, abrangendo três tipos de microorganismos: bactérias, fungos e parasitas.

6.2.1.1 Bactérias

Segundo o projeto da ABAE (2002) e o trabalho de Costa e Silva & Pastura (2000), a adoção para um grama de areia, dos mesmos limites de colimetria estabelecidos para balneabilidade de um grama de água, já é considerado um procedimento conservativo sob o ponto de vista de proteção da saúde pública, uma vez que a superfície de contato com a pele e mucosas de um indivíduo e a facilidade de contaminação através de um mililitro de água são superiores às de um grama de areia. Dessa forma, o limite para *E. coli* de 4 NMP por grama

de areia estabelecido pela Resolução SMAC foi considerado rigoroso, uma vez que é mais restritivo do que o limite de 8 NMP por mililitro (ou por um grama) de água estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000 para balneabilidade de praia.

A título de ilustração, a aplicação dos limites da Resolução SMAC, durante a fase de monitoramento das praias do MRJ, resultou para a praia de Prainha, adotada como padrão de qualidade sanitária, em classificação imprópria para as suas areias em 8% das amostras. Na média, para as 34 praias monitoradas, resultou em classificação imprópria para 38% das amostras.

Assim sendo, por se tratar de procedimento conservativo e seguindo o critério da precaução, na falta de legislação pertinente, optou-se pelo limite de 8NMP de *E. coli* por grama de areia, o mesmo recomendado pela Resolução CONAMA 274/2000 para um grama de água para balneabilidade de água de praia. Conforme a análise estatística realizada para os dados agregados de todas as praias durante a fase de monitoramento, o percentual de amostras consideradas impróprias para este limite é inferior a 25%, ou seja, menor do que os 38% para o limite de 4 NMP de *E. coli* da Resolução SMAC atual.

O indicador Coliformes Totais, mencionado na Resolução SMAC 81/2000, não foi mantido na nova proposta por não ser de origem exclusivamente fecal, não caracterizando contaminação por esgoto. Este procedimento também foi adotado pela Resolução CONAMA 274/2000, que alterou os critérios de balneabilidade de água de praia vigentes na Resolução CONAMA 20/86.

6.2.1.2 Fungos

Foi incluído indicador micológico (fungos), conforme recomendação da Resolução CONAMA 274/2000. Foi considerado o fungo do gênero *Cândida sp*, proposto por Mendes et

al (1993 *apud* MENDES et al, 1997), por ser o fungo patogênico mais freqüente. O fungo do gênero *Scopulariopsis sp*, recomendado posteriormente por Mendes et al (2002), poderá ser incorporado ao padrão do Município do Rio de Janeiro numa segunda etapa.

6.2.1.3 Parasitas

Foram incluídos indicadores parasitológicos, conforme recomendação da Resolução CONAMA 274/2000. Foram considerados parasitas dos gêneros *Ancylostoma sp* e *Toxocara sp*, causadores da larva migrans cutânea e da larva migrans visceral, respectivamente, que podem ser transmitidos ao homem por areia contaminada por fezes de cães.

6.2.1.4 Tabela Comparativa de Padrão de Qualidade Sanitária de Areia de Praia para Revisão da Resolução SMAC 81/2000

A Tabela 18 mostra os indicadores atuais da Resolução SMAC 81/2000 com seus respectivos limites e os indicadores propostos no presente trabalho para revisão da Resolução.

Tabela 18 - Proposta de Indicadores e Respectivos Limites para Revisão da Resolução SMAC 81/2000.

Indicador	Valor vigente na Resolução SMAC 81/2000	Valor proposto no presente trabalho para revisão da Resolução SMAC 81/2000
Bactérias		
Coliformes totais (NMP/g areia)	300	NE
<i>E. coli</i> (NMP/g areia)	4	8 (1)
Fungos		
<i>Cândida sp</i> (pfc/g areia)	NE	10 (2)
Parasitas		
<i>Ancylostoma sp</i>	NE	Ausente
<i>Toxocara sp</i>	NE	Ausente

NE – Não Estabelecido

(1) Adaptado do padrão de balneabilidade da Resolução CONAMA 274/2000.

(2) Conforme Mendes et al (1993 *apud* MENDES et al, 1997)

A realização de investigação epidemiológica e de análise de risco por grupos de pesquisa especializados em vigilância epidemiológica são fundamentais para a reavaliação dos indicadores sanitários e respectivos limites propostos, e para o caso de eventuais revisões dos mesmos. São também recomendáveis estudos de potencial patogênico e de infectividade da areia de praia comparada a tais propriedades na água do mar para que a equivalência de padrões signifique também equivalência de riscos.

6.2.2 Proposta para Metodologia de Amostragem de Areia de Praia

Em função da heterogeneidade espacial das características sanitárias da areia de praia, a metodologia de amostragem assume importância fundamental na qualificação sanitária de

uma faixa de areia. Para que um método tenha validade científica, deve atender aos requisitos da reprodutividade dos resultados, ou seja, duas amostras obtidas na mesma estação e sob as mesmas condições devem conduzir aos mesmos resultados na qualificação da areia.

Foram propostos os seguintes itens com relação à metodologia de amostragem utilizada na fase de monitoramento da SMAC, no período de outubro/2001 a setembro/2002, visando aproximar o método às condições de reprodutividade de resultados:

I) Área de coleta de uma estação de amostragem

Aumentar de 2m^2 para 25m^2 ($5\text{m} \times 5\text{m}$), a fim de melhorar a representatividade da amostra e reduzir a amplitude de dispersão dos resultados. Cabe ressaltar que a bibliografia especializada aponta utilização de áreas de coleta de até 100m^2 .

II) Local da área de amostragem

Apesar da análise estatística dos dados agregados de todas as praias, no projeto piloto da SMAC, ter indicado que a faixa A de areia, junto à calçada, apresenta maiores concentrações de coliformes, foi mantido o local de amostragem na faixa central B, que é a região de maior concentração de banhistas.

Quanto à faixa C de areia molhada, o projeto da ABAE (2002) concluiu que, para o monitoramento da qualidade sanitária da areia de praia, é suficiente a análise da areia seca. As informações sobre a balneabilidade da água podem dispensar a análise da areia molhada. E a areia molhada apresenta, em média, valores de contagens de microorganismos mais baixos que a areia seca e a água.

Cabe no entanto, alertar usuários e atividades comerciais que ocorrem na calçada e na faixa de areia junto à mesma, para a necessidade de melhoria do controle e limpeza visando reduzir os valores mais altos de colimetria encontrados na faixa A.

III) Composição da amostra

Aumentar a quantidade de sub-amostras de 5 (cinco) para 25 (vinte e cinco), a fim de melhorar a representatividade da amostra e reduzir a amplitude de dispersão dos resultados. Retirar sub-amostras de 20 gramas de areia, do centro de cada quadrado de 1 m^2 , da área de 25 m^2 , formando uma amostra composta de 500 gramas.

IV) Profundidade de coleta

Manter a coleta de amostra na faixa de zero a 15 cm de profundidade.

V) Frequência de amostragem

Manter frequência quinzenal.

6.2.3 Proposta para Realização de Novo Projeto Piloto nas Praias do MRJ

Considerando as propostas de novos indicadores sanitários e de nova metodologia de amostragem de areia, iniciar a realização de um novo projeto piloto. Poderiam ser selecionadas apenas algumas praias de diferentes condições sanitárias para efeito de comparação, a fim de se evitar desperdício de recursos com monitoramento em todo o litoral do Município sem que ainda se tenha uma metodologia consolidada.

Visando verificar a reprodutividade de resultados exigida em métodos científicos, retirar duas amostras compostas de cada estação de amostragem, na mesma área de 25m^2 , para a realização de duas análises. Sempre que necessário, modificar a metodologia de amostragem durante o projeto piloto até que se alcance as condições de reprodutividade de resultados nas duas amostras de uma mesma estação. Atingida esta meta, o monitoramento poderá se estender a todo o litoral do Município.

Toda vez que se constatarem resultados significativamente diferentes nas análises de duas campanhas consecutivas em uma mesma estação de amostragem, deve-se identificar as causas, para que tais resultados possam ser considerados confiáveis.

6.2.4 Proposta de Implantação de Programa de Educação Ambiental

O estabelecimento de padrão sanitário, com indicadores e seus respectivos limites, representa apenas um instrumento de controle e gestão, e por si só não garante a qualidade sanitária da areia de praia. É importante que o sistema de gestão inclua um programa de educação ambiental, visto que os freqüentadores – diferentemente da qualidade das águas - são a principal causa da poluição de suas areias.

O programa de educação ambiental deverá ser acompanhado de vigilância permanente do atendimento à legislação vigente por parte dos freqüentadores das praias, principalmente com relação à proibição de animais domésticos, disposição adequada do lixo e ocupação da areia por moradores de rua. O órgão público de limpeza deverá disponibilizar estrutura adequada de disposição do lixo, no que se refere à adequação, quantidade, localização e freqüência de recolhimento de coletores de lixo ao longo da faixa de areia.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Não foi encontrada legislação consolidada sobre indicadores de qualidade sanitária de areia de praia. Alguns trabalhos de pesquisa propõem diferentes indicadores, e nos casos em que houve coincidência de indicadores, os valores limites estabelecidos foram de diferentes ordens de grandeza.
- ✓ Os indicadores sanitários e respectivos valores máximos propostos na literatura não foram baseados em estudos epidemiológicos e análises de risco. Alguns estudos adotaram para areia de praia os mesmos limites bacteriológicos estabelecidos para água de praia; tais padrões semelhantes significam tratamento mais rigoroso para areia do que para água, no caso da infectividade por água do mar ser superior à infectividade por areia e vice-versa no caso da infectividade por areia ser superior à infectividade por água do mar. Outros estudos tomaram como base os resultados das análises de areia de praias de diferentes níveis de ocupação e de poluição. Não há, portanto, consenso sobre o assunto, nem na esfera acadêmica nem na esfera legal.
- ✓ A Organização Mundial de Saúde admite a presença de microorganismos patogênicos em areia de praias, entretanto não reconhece o risco de infecção de banhistas através do contato com a areia poluída. Com um ponto de vista divergente com relação a vários trabalhos consultados, considera que não há evidências que justifiquem a necessidade de se estabelecer valores limites para a concentração de microorganismos patogênicos em areia de praia.

- ✓ Em função das incertezas científicas internacionais sobre qualidade de areia de praia, o CONAMA decidiu por não estabelecer padrões de qualidade, limitando-se a recomendar aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas para futuras padronizações.
- ✓ De um modo geral, os trabalhos consultados atribuem aos freqüentadores das praias, banhistas ou comerciantes, a principal causa da poluição de suas areias. Fezes de cães e o lixo disposto indevidamente são os fatores predominantes de poluição nas praias do Município do Rio de Janeiro. Para a Organização Mundial de Saúde, a simples adoção de medidas de higiene e limpeza pelos freqüentadores e pelos órgãos públicos é o suficiente para se evitar a poluição da areia.
- ✓ Padrões sanitários de areia de praia estabelecidos sem estudos epidemiológicos prévios podem ser considerados como valores de referência para simples efeito de comparação, com a finalidade de se avaliar a variação da qualidade sanitária entre duas análises de areia para diferentes condições. Entretanto, não é possível estabelecer o nível de risco para a saúde pública que tais padrões poderão representar.
- ✓ Há necessidade de mais pesquisa sobre o tema, para que os critérios que norteiam os instrumentos legais sejam justificáveis cientificamente. Entretanto, dentro do princípio da precaução que norteia a legislação ambiental, na ausência

de maiores informações sobre o tema há necessidade do estabelecimento de padrões.

- ✓ Tendo em vista o fato de que crianças em faixa etária mais baixa (ex: abaixo de 5 anos de idade) passam grande parte do tempo de lazer em contato direto (inclusive oral) com as areias das praias, um estudo de análise de risco que leve em consideração tais hábitos faz-se necessário.
- ✓ A aplicação do padrão bacteriológico estabelecido pela Resolução SMAC 81/2000, baseado em “limites hipotéticos” , resultou em 38% das amostras de areia das praias do Município do Rio de Janeiro como impróprias para contato primário durante a fase de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002). No caso de adoção do padrão bacteriológico proposto no presente trabalho, que considera os mesmos limites para balneabilidade de água de praia, o percentual de amostras de areia consideradas impróprias utilizando os valores de mediana da concentração de *E. coli* cai para menos de 25%. Mais importante do que o estabelecimento de padrões muito rigorosos não passíveis de cumprimento, ressalta-se a importância da implementação das medidas para garantir a prevalência dos padrões propostos nas praias.
- ✓ A análise estatística aplicada no presente trabalho constatou que os resultados obtidos durante a fase de monitoramento da qualidade sanitária da areia das praias (outubro/2001 a setembro/2002) não seguem distribuição normal. Dessa forma, diferentemente ao que foi feito durante a realização do Projeto Piloto, foram aplicados procedimentos estatísticos não paramétricos, com utilização da mediana no lugar da média.

- ✓ A análise dos dados da qualidade sanitária de areia das praias do MRJ, obtidos durante o Projeto Piloto e o período de monitoramento realizados pela SMAC, permitiu constatar a heterogeneidade espacial da qualidade sanitária da areia (número grande de *outliers* superiores) e a necessidade de revisão dos procedimentos de amostragem de areia, de forma a se obter amostras representativas do trecho em avaliação.
- ✓ A análise da legislação vigente conduziu à necessidade de revisão da Resolução SMAC 81/2000, visando atender aos seguintes itens: (i) revisão dos padrões bacteriológicos, prevista para um prazo máximo de dois anos a partir da publicação da Resolução SMAC, e ainda não efetuada; (ii) inclusão de padrões parasitológicos; (iii) inclusão de padrões micóticos (fungos).
- ✓ Durante o Projeto Piloto realizado pela SMAC, constatou-se que dentre as três faixas de areia A (junto à calçada), B (faixa central de areia) e C (faixa de areia sujeita à maré) das estações de amostragem, a faixa A (junto à calçada) apresentou maiores valores para a colimetria. Entretanto, a faixa central B foi adotada para qualificação da areia, visto que é a faixa onde há a maior concentração de banhistas. A faixa C, areia molhada sujeita à maré, pode ser qualificada pelas condições de balneabilidade da água da praia. Os valores superiores na faixa de areia A (junto à calçada) provavelmente refletem o tipo de atividades realizadas na calçada, e requerem especial medidas de controle de tais atividades para melhoria da qualidade da faixa de areia.

- ✓ Com relação às diferenças sazonais encontradas durante a fase de monitoramento realizado pela SMAC ao longo de um ano, o verão apresentou areias com concentrações de coliformes totais e de *E. coli* significativamente superiores aos valores observados durante as outras estações do ano (teste estatístico Mann-Whitney). Como no verão a ocupação das praias aumenta devido às férias escolares e ao incremento do turismo, tal fato pode ser considerado como mais uma constatação de que o nível de poluição das areias das praias é proporcional à sua taxa de ocupação. Fica também evidenciada a importância da implantação de campanhas de educação ambiental e de rigorosa vigilância do cumprimento da legislação por seus frequentadores.

- ✓ Os resultados de colimetria da areia das praias durante a fase de monitoramento (outubro/2001 a setembro/2002) sugerem que a qualidade sanitária da água e da areia não sujeita à maré de uma mesma praia são independentes. A praia de Ramos, cuja classificação de balneabilidade de suas águas permanece como “imprópria” durante todo o ano, apresentou índices de colimetria para a areia inferiores às da maioria das praias oceânicas da zona sul da cidade. Tal fato provavelmente pode ser atribuído à menor frequência de banhistas, hábitos de consumo, frequência de animais, etc e, conseqüentemente, menos poluição da areia.

O presente trabalho propõe não apenas um novo padrão de qualidade sanitária de areia de praia, mas desenvolve um sistema de gestão para o monitoramento e o controle da qualidade da areia composto dos seguintes itens:

- Revisão da Resolução SMAC 81/2000, conforme os novos indicadores e valores limites propostos;
- Reinício do programa de monitoramento e divulgação da qualidade sanitária de areia de praia no Município do Rio de Janeiro, conforme exigido pela legislação em vigor, interrompido no ano de 2002;
- Realização de novo projeto piloto de duração não inferior a um ano, em função dos novos parâmetros de qualidade de areia e da nova metodologia de amostragem propostos;
- Implantação de um programa intensivo de educação ambiental, na mídia e nas escolas, uma vez que os principais poluidores da areia das praias são os próprios freqüentadores, sejam banhistas ou comerciantes. A partir da conscientização da população, os usuários deverão se transformar nos principais guardiões e fiscais das atividades que comprometem a qualidade da areia;
- Manutenção de rígida vigilância ao longo das praias, no sentido de se garantir o cumprimento da legislação em vigor, principalmente com relação à proibição de animais domésticos, disposição adequada do lixo e ocupação da areia por moradores de rua.
- Disponibilização para os freqüentadores das praias de estrutura adequada para a disposição do lixo, no que se refere ao tipo, quantidade, localização e frequência de recolhimento de coletores de lixo ao longo da faixa de areia.
- Adoção de medidas pelo Poder Público para eliminação ou mitigação dos efeitos negativos das línguas negras.

Considerando a complexidade do assunto, a divergência de opiniões, a falta de estudos epidemiológicos e de análise de risco, e o reduzido número de pesquisas já realizadas, o sistema de gestão proposto no presente trabalho para o monitoramento e o controle da

qualidade sanitária da areia das praias do Município não esgota o assunto. Deve ser interpretado como uma estratégia que visa trazer o tema para discussão nos meios especializados, e um passo para o aperfeiçoamento da Resolução SMAC 81/2000, cuja revisão prevista num prazo de dois anos de sua publicação não efetivada. Espera-se com o presente trabalho estimular a ampliação da discussão do tema nos municípios da zona costeira brasileira.

Assim como o padrão de balneabilidade de água de praia foi revisado após um período de quatorze anos (Resolução CONAMA 20/86 – Resolução CONAMA 274/2000), o padrão de areia poderá ser revisado em função de novos resultados obtidos em futuros monitoramentos, e em função de desenvolvimento de estudos epidemiológicos, análises de risco e novas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Qualidade Microbiológica de Areias de Praias Litorais**, Portugal, julho 2002. Disponível em <<http://abae.pt/bandeira/relatorio-final-areias.pdf>> . Acesso em: 12 ago. 2004.

APHA-American Public Health Association, AWWA- American Water Works Association e WEF-Water Environment Federation. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**, 20ª edição, Estados Unidos da América do Norte. 1998.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2002. Editora Bookman, 2ª edição. Tradução Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. Porto Alegre.

BONINI, R. K. **Pombos em Áreas Urbanas**, disponível em <http://www.geocities.com/~esabio/pombo/pombos_urbanos.htm> Acesso em: 26 set. 2004.

BOUKAI, N. **Análise da Qualidade Sanitária de Areia de Praias, e sua Influência na Classificação de Balneabilidade das Praias do Município do Rio de Janeiro**. Monografia apresentada para obtenção do grau de Especialista em Gestão Ambiental na Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro. Julho 2000.

BRESSAN, M. S. **Micose**. Disponível em <http://www.dermatologia.hpg2.ig.com.br/pele_micose.htm> . Acesso em: 27 mar. 2005.

CAMPOS, S. **Dermatologia – Além do Sol em Excesso, Ida à Praia Pode Trazer Outros Problemas**. Outubro 2003. Disponível em <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias.php?noticiaid=8399&assunto=Dermatologia>>. Acesso em: 15 out. 2004.

CDS TECHNOLOGIES. **Manual de Equipamento**. CDS Technologies. Califórnia-EUA. 2000.

COMISSÃO ESTADUAL DE CONTROLE AMBIENTAL - CECA, Rio de Janeiro. **Deliberação CECA Nº 3.963**, de 16/01/2001.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 20**, de 18/06/1986.

_____. **Resolução CONAMA Nº 274**, de 29/11/2000.

_____. **Ata da 60ª Reunião Ordinária do Conselho Nacional de meio Ambiente, realizada no dia 29 de novembro de 2000**. 2000a. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir43/ata60.doc>> Acesso em: 02 set. 2005.

COSTA E SILVA, C. A. M., PASTURA, C. P. **Qualidade Sanitária das Areias de Praias do Município do Rio de Janeiro**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, RS. 2000.

ENGELBRECHT, D. **Controle de Pombos Provoca Polêmica**. Jornal O Globo, 29/01/2004. Rio de Janeiro.

GIRALDI, S. et al. **Tinea nigra : relato de seis casos no Estado do Paraná**. In Anais Brasileiros de Dermatologia, volume 78 nº 5. Rio de Janeiro. Setembro/outubro 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962003000500009> Acesso em: 27 set. 2004.

GONÇALVES, F. B., SOUZA, A. P. **Disposição Oceânica de Esgoto Sanitário**. ABES- Associação de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1ª edição, 1997.

LIMA, R. B. **Dermatologia.Net** . 2005. Disponível em <http://www.dermatologia.net/framesets/a_atlas.htm> . Acesso em: 09 abr. 2005.

MACHADO, A. B. et al. **Larva migrans visceral: relato de caso**. Anais Brasileiros de Dermatologia, volume 78, nº 2, abril 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962003000200009&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 26 nov. 2004.

MENDES, B. et al. **Sanitary Quality of Sands From Beaches of Azores Islands**. Wat. Sci. Tech. Vol. 35. Nº 11 – 12. pp.147-150. Elsevier Science Ltd, Great Britain. 1997.

_____. **Towards Reliable Beach Quality Standards**. 2002. In Health Related Water Microbiology Symposium, Melbourne, 2002. Disponível em <<http://217.77.141.80/portal/upload/poster-programme-abstract.doc>> Acesso em: 14 set. 2004.

PONTES, F. **Uma Praia de Cão**. Jornal O GLOBO. Rio de Janeiro. 02/09/2004.

RIO DE JANEIRO (município). **Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro**, promulgada em 05/04/1990. Mauro Roberto de Souza Lima, organizador. Rio de Janeiro. Editora Destaque. 1996.

_____. **Decreto Nº 18.038**, de 28/10/1999. Regulamenta a aplicação da Lei Complementar nº 41 de 07 de outubro de 1999. Determina a realização do estudo de sombra das edificações na praia.

_____. **Decreto Nº 20.225**, de 13/07/2001. Cria o Regulamento 26 da Consolidação das Posturas Municipais. Dispõe sobre os usos e atividades na orla marítima do Município.

_____. **Decreto Nº 20.504**, de 13/09/2001. Regulamenta a Lei Complementar 47 de 01 de dezembro de 2000, quanto aos critérios de análise e limites máximos permitidos para sombreamento de edificações nas praias municipais.

_____. **Decreto Nº 22.345**, de 29/11/2002. Dispõe sobre as normas de proteção ambiental para utilização das praias municipais.

_____. **Diário Oficial do Município.** Imprensa da Cidade. Rio de Janeiro. 11 janeiro 2005.

_____. **Diário Oficial do Município.** Imprensa da Cidade. Rio de Janeiro. 28 março 2005.

_____. **Lei Nº 3.210**, de 05/04/2001. Cria a obrigatoriedade da divulgação da qualidade da areia das praias do Município.

_____. **Lei Nº 2.358**, de 06/09/1995. Autoriza o Poder Executivo a criar campanha educativa sobre animais nas areias das praias e dá outras providências. Proíbe a presença de animais nas areias das praias.

_____. **Lei Nº 3.903**, de 8/03/2005. Dispõe sobre a obrigatoriedade de tratamento e assepsia de areia de tanques de recreação infantil.

_____. **Lei Nº 3.948**, de 16/03/2005. Estabelece a realização de Planejamento Urbanístico para a Praia de Copacabana, criando Área Integrada de Lazer.

_____. **Lei Nº 4.139**, de 18/07/2005. Define critérios de proteção ambiental para as praias e cria faixa de proteção à vegetação de restinga.

RIBEIRO, E. N. et al, **Recreational Water and Sand Sanitary Indicators of Camburi Beach, Vitoria, ES, Brazil.** In XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México, 27 a 31 de outubro 2002.

SANTARÉM, V. A. et al, **Larva migrans cutânea: ocorrência de casos humanos e identificação de larvas Ancylostoma spp em parque público no município de Taciba, São Paulo.** In Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. Março-abril 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822004000200014&lng=pt&nrm=iso> . Acesso em: 27 set.2004.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO - SMAC. **Resolução SMAC Nº 81/2000**, Rio de Janeiro. 28/12/2000. Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro.

_____. **Resolução SMAC Nº 67**, Rio de Janeiro. 07/02/2000. Dispõe sobre ação emergencial mitigadora das línguas negras nas praias do Município do Rio de Janeiro por ocasião de ocorrência de chuvas.

_____. **Monitoramento da Qualidade das Areias na Praia de Copacabana.** Rio de Janeiro. Agosto 2000.

_____. **Monitoramento da Qualidade das Areias das Praias do Município do Rio de Janeiro.** Relatório 12. Rio de Janeiro. Setembro 2002.

_____. **Monitoramento da Qualidade Hídrica do Ecossistema Costeiro do Município do Rio de Janeiro.** Coordenadoria de Despoluição dos Recursos Ambientais. Banco de dados.2003.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**, 21a Edição, Cortez Editora, São Paulo, Fevereiro/2000.

SOARES, J. L. **Fundamentos de Biologia**, volume 2, 1ª edição. Editora Scipione. São Paulo. 1998a.

_____. **Fundamentos de Biologia**, volume 3, 1ª edição. Editora Scipione. São Paulo. 1998b.

TEIXEIRA, D. M. **Estatística Para Concursos**, 2ª edição. Editora Vestom. Brasília-DF. 1995.

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA - UNL, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Grupo de Disciplinas de Ecologia da Hidrosfera. **Praias 2001 - Resultados da Caracterização Microbiológica de Águas e Areias de Praias do Continente**. 2001. Disponível em <<http://campus.fct.unl.pt/gdeh/trabdisp.htm>> . Acesso em: 23 ago.2004.

VELASCO, S. **Fezes de Cães Preocupam Freqüentadores de Praças**. Jornal O Globo, Rio de Janeiro. 18/03/2004.

VIEIRA, R. H. S. F. et al. **Microbial Contamination of Sand from Major Beaches in Fortaleza, Ceará, Brazil**. Brazilian Journal of Microbiology. 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, Regional Office for Europe. **Development of WHO Guidelines for Safe Recreational Water Environments**. Report on a WHO Expert Consultation. St Helier, Jersey, United Kingdom, 23-30 May 1997. Disponível em <<http://www.euro.who.int/document/e58484.pdf>> Acesso em:12 ago. 2004.

_____. **Guidelines for Safe Recreational Water Environments**. Volume 1, Coastal and Fresh-waters, Chapter 6: “Microbiological Aspects of Beach Quality”. 2003. Disponível em <http://www.usla.org/PublicInfo/library/WHO_Guidelines_for_Safe_Recreational_Water_Environments%20.pdf> Acesso em: 12 ago. 2004.

APÊNDICE A - LEGISLAÇÃO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO
RELACIONADA À QUALIDADE SANITÁRIA DE AREIA DE PRAIA

Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro, de 05 de abril de 1990

Artigo 461- Visando à defesa dos princípios a que se refere o artigo anterior, incumbe ao Poder Público:

XIII - garantir a limpeza e a qualidade da areia e da água das praias, a integridade da paisagem natural e o direito ao sol;

Artigo 462 - São instrumentos de execução da política de meio ambiente estabelecidas nesta Lei Orgânica:

II - garantir amplo acesso dos interessados às informações sobre fontes e causas de poluição e de degradação ambiental, os níveis de poluição, qualidade do meio ambiente, situações de risco de acidentes e a presença de substâncias potencialmente danosas à saúde na água potável, nos alimentos e nas areias das praias;

Lei Municipal Nº 2.358, de 6 de setembro de 1995

Autoriza O Poder Executivo A Criar Campanha Educativa Sobre Animais Nas Areias Das Praias e dá Outras Providências.

Art. 3º - Após o término da campanha educativa, passará a ser proibida a presença de animais nas areias das praias.

Parágrafo único - Qualquer cidadão poderá exigir dos donos de animais o cumprimento da presente Lei e solicitar, quando necessário, o auxílio de qualquer autoridade competente presente no local, para tal finalidade.

Decreto Municipal "N" Nº 18.038, de 28 de outubro de 1999

Regulamenta a aplicação da Lei Complementar nº 41 de 07 de outubro de 1999. Determina a realização do estudo de sombra das edificações na praia.

Resolução SMAC Nº 67, de 07 de fevereiro de 2000

(Secretaria Municipal de Meio Ambiente)

Dispõe sobre ação emergencial mitigadora das línguas negras nas praias do Município do Rio de Janeiro por ocasião da ocorrência de chuvas.

Lei Complementar Municipal Nº 47, de 01 de dezembro de 2000

Proíbe a construção residencial ou comercial na orla marítima com gabarito capaz de projetar sombra sobre o areal e/ou calçadão.

Resolução SMAC Nº 81, de 28 de dezembro de 2000

(Secretaria Municipal de Meio Ambiente)

Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro.

Lei Municipal Nº 3.210, de 05 de abril de 2001

Cria a obrigatoriedade da divulgação da qualidade da areia das praias do Município.

Decreto Municipal Nº 20.225, de 13 de julho 2001

Cria o Regulamento 26 da Consolidação das Posturas Municipais, aprovado pelo Decreto 1601/78, dispõe sobre os usos e atividades na orla marítima do Município e dá outras providências.

Art. 36. É proibida a presença de animais na areia das praias do Município:

§ 1º - Caberá aos agentes da fiscalização municipal e da Guarda Municipal, e em particular, aos agentes do Grupo Especial de Praias da Guarda Municipal – GEP zelar para o fiel cumprimento da norma, de ordem pública, estabelecida no caput, através de determinação legal aos infratores condutores dos animais, advertindo-os sobre a obrigação de retirada do animal do local, sob pena de condução coercitiva do responsável à Delegacia Policial.

§ 2º - Os agentes da Guarda Municipal devem, sempre que necessário, para o fiel cumprimento de suas determinações, solicitar apoio à Polícia Militar.

§ 3º - Os animais que estiverem sem responsável serão retirados da praia com auxílio do Centro de Controle de Zoonoses, da Secretaria Municipal de Saúde.

Art. 50. Os usuários da orla marítima ficam obrigados a recolher o lixo remanescente do consumo de alimentos ou qualquer resíduo sólido e a depositá-lo nas cestas coletoras da COMLURB.

Art. 51. A infração à limpeza urbana por lançar ou depositar resíduos sólidos em logradouros públicos será apenada com multa de R\$ 28,29 (vinte e oito reais e vinte e nove centavos) a R\$ 2.829,00 (dois mil oitocentos e vinte nove reais), conforme previsão do Decreto nº 9.287/90, que aprova os Regulamentos de Limpeza Urbana e de Controles de Vetores do Município do Rio de Janeiro.

Decreto Municipal N.º 20.504, de 13 de setembro 2001

Regulamenta a Lei Complementar 47 de 01 de dezembro de 2000, quanto aos critérios de análise e limites máximos permitidos para sombreamento de edificações nas praias municipais.

Art. 4º – Não será admitida, em nenhuma hipótese, a projeção de sombra, proveniente das edificações a serem construídas na orla marítima, sobre a faixa de areia das praias, incluindo o calçadão, quando houver ou constar projetado, nos períodos de:

I) solstício de inverno (22 / junho) - de 8 h até 16 h.

II) equinócio de primavera (23 / setembro) e de outono (21 / março)-de 7:30 h até 16:30 h.

III) solstício de verão (22 / dezembro) - 7 h até 17 h.

Parágrafo Único - Não serão levados em consideração o sombreamento das edificações quando estas estiverem incluídas nas áreas de sombra de quaisquer acidentes topográficos ou de edificações regularizadas pelo município.

(Acrescido pelo Art. 1º do Decreto Municipal 21.121 de 06 de março de 2002)

Decreto Municipal N.º 22.345, de 29 de novembro de 2002

Dispõe sobre as normas de proteção ambiental para utilização das praias municipais.

Art. 6.º Fica proibido nas praias municipais:

I - depositar lixo fora dos recipientes apropriados (lixeiras);

II - o trânsito e a permanência de animais nas areias das praias;

§ 1.º O não-atendimento ao disposto no inciso I deste artigo sujeita o infrator à aplicação das sanções previstas no art. 51 do Decreto n.º 20.225, de 2001: “A infração à limpeza urbana por lançar ou depositar resíduos sólidos em logradouros públicos será apenada com: - Multa de

IX- germes e fungos micóticos;

X- micróbios dípteros; e

XI- verminoses diversas.

Art. 3º O Poder Executivo regulamentará esta Lei, dispondo, dentre outras determinações correlatas, sobre:

II- padrões de contaminação;

Lei Municipal Nº 3.948 de 16 de março de 2005

Estabelece a realização de Planejamento Urbanístico para a Praia de Copacabana, criando Área Integrada de Lazer.

Art. 1º A Prefeitura realizará e executará Planejamento Urbanístico para Área Integrada de Lazer situada na terça parte da largura do areal da Praia de Copacabana, localizada em faixa contínua junto ao calçadão.

Art. 2º Este Planejamento Urbanístico para a Praia de Copacabana, em toda a sua extensão, será destinado à criação, em caráter permanente, de área de lazer para práticas esportivas, atividades culturais, estabelecendo espaços reservados a jardins e recreação infantil.

Lei Municipal Nº 4.139 de 18 de julho de 2005

Define critérios de proteção ambiental para as praias e cria faixa de proteção à vegetação de restinga.

Art. 5º Os permissionários de atividades comerciais nos quiosques, sem prejuízo das normas já estabelecidas pela legislação em vigor, devem providenciar a manutenção permanente da limpeza na área em torno do quiosque situada dentro de um raio de 50 metros:

I - todo o lixo produzido pelas atividades dos quiosques deverá ser acondicionado nos recipientes apropriados, não sendo permitida a disposição do mesmo no solo;

II - não será permitido utilizar o calçadão, a faixa de vegetação ou a areia das praias para guarda de material dos quiosques.

Art. 6º Fica proibido nas praias municipais:

I - depositar lixo fora dos recipientes apropriados (lixeiras);

II - o trânsito e a permanência de animais domésticos nas areias das praias;

VI - o abastecimento de embarcações na areia sem os devidos cuidados para evitar extravasamento e poluição do solo;

VII - o trânsito e a permanência de veículos motorizados, exceto os destinados à limpeza pública e socorro;

VIII - enterrar qualquer material na areia.