

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

“Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de Guanabara”

por

Jane da Costa Valentim Rego

*Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em
Ciências na área de Saúde Pública.*

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Adriana Sotero Martins

Rio de Janeiro, junho de 2010

Esta dissertação, intitulada

“Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de Guanabara”

apresentada por

Jane da Costa Valentim Rego

foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Dr.^a Elvira Carvajal

Prof.^a Dr.^a Maria Inez de Moura Sarquis

Prof.^a Dr.^a Adriana Sotero Martins – Orientadora

Dissertação defendida e aprovada em 18 de junho de 2010.

Catálogo na fonte
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica
Biblioteca de Saúde Pública

R343 Rego, Jane da Costa Valentim
Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de
Guanabara. / Jane da Costa Valentim Rego. Rio de Janeiro: s.n.,
2010.
xvii, 132 f., il., tab., graf., mapas

Orientador: Martins, Adriana Sotero
Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio
Arouca, Rio de Janeiro, 2010

1. Coliformes. 2. Fungos. 3. Praias. 4. Ecossistema. 5. Água do
Mar - microbiologia. 6. Areia. I. Título.

CDD - 22.ed. – 363.7098153

DEDICATÓRIA

A Deus toda a Honra, Glória e todo o Louvor.

Aos meus queridos pais: Benjamin e Ijacirema.

À minha irmã Vânia, ao cunhado Ronaldo, aos sobrinhos Lucas e Beatriz

E ao presente da minha vida: Vivian.

AGRADECIMENTOS

À amiga Profa. DSc. Adriana Sotero Martins, orientadora do trabalho.

À amiga Profa. DSc. Alcina Frederica Nicol, pela ajuda desde a elaboração do projeto de pesquisa

À amiga DSc. Maria Inês de Moura Sarquis pelo incentivo e cooperação.

Ao amigo e Prof. DSc. Antônio Nascimento Duarte (DCB), participante das Bancas de Qualificação e Suplência da Dissertação.

Ao Prof. DSc. Júlio Cesar de Faria Alvim Wasserman (UFF), pela colaboração desde o início do trabalho.

À amiga Cristina Costa Neto, pela grande colaboração na parte estatística dos dados.

À amiga e irmã Vânia da Costa Valentim (IOC), pela ajuda na correção do trabalho.

À amiga Sandra Monteiro pela valiosa colaboração na parte gramatical do trabalho

À Bianca De Santes Gonçalves, pela colaboração.

Aos técnicos Rosane Cândido Barbosa, Celso de Oliveira Gomes, Maria de Lourdes Ribeiro de Souza de Azevedo, Marcos Tavares Carneiro, Gilberto Gandara (este *In Memoriam*), do Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental pela colaboração nas análises.

À amiga Solimar Lourenço de Sant'Anna, pela realização das análises micológicas.

Aos amigos Armando Cruz, Roberto Damasceno Fernandes, Jucemar Francisco de Paula, Mariza Moraes de Oliveira e Ari do Carmo (DCB) pela colaboração técnica.

Aos amigos Checralla Oliveira Furtado da Silva, Heliomar Custódio e Jorge Teixeira dos Santos, pela colaboração no processo de coletas.

Ao amigo Francisco Alves, pela colaboração no processo de coletas nas praias de José Bonifácio e Tamoios em Paquetá, RJ.

À amiga e Mestre Kátia Assis (DCB), pela força desde o início do curso.

Ao Eduardo Ribeiro Rego, meu esposo, pela ajuda no idioma estrangeiro.

À amiga Conceição Pereira Rodrigues (Farmanguinhos), pela grande força.

Ao professor de Estatística Jean Louis Valentin pela ajuda na parte quântica.

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

RESUMO

A Baía de Guanabara, por sua beleza é um dos mais conhecidos símbolos da cidade do Rio de Janeiro no exterior. É um ecossistema extremamente produtivo, apesar da grande quantidade e diversidade de poluentes lançados diariamente em suas águas. Isso compromete a saúde de quem a frequenta e, como também a sustentabilidade econômica. Portanto é de suma importância o monitoramento da qualidade das praias para a saúde pública, sendo que a mesma sofre influência de poluentes vindos das águas e do continente. O presente estudo propôs-se a avaliar a qualidade sanitária de areia e água de quatro praias da Baía de Guanabara, duas situadas na Ilha de Governador e duas, na Ilha de Paquetá, nas quatro estações do ano. A metodologia utilizada foi a técnica de membrana filtrante, expressando os resultados em unidade formadora de colônia por grama e por mL por meio de análises colimétricas, na avaliação de *Escherichia coli*, coliformes totais e micológica, pela ocorrência de fungos filamentosos e de leveduras nas matrizes areia e água, os quais foram isolados, identificados e armazenados em coleções de cultura para futuras pesquisas biotecnológicas. Foi proposto um novo padrão para análise bacteriológica de areia, tendo como base o estudo de revisão epidemiológica, em que se associam doenças gastrointestinais com risco à saúde visto que a nova Resolução nº 468/10 da SMAC é menos restritiva do que a anterior, nº 081/00. Como também para avaliação de fungos em areia e água. A praia da Bica apresentou na areia seca no inverno a maior concentração de *Escherichia coli* em relação às outras praias analisadas, com níveis 800 vezes acima do limite permitido na legislação, assim como para análise de fungos filamentosos e de leveduras, encontrando maior ocorrência na mesma estação e matriz, com a prevalência do fenótipo Negra com borda branca, que teve 70% de identificação para o gênero *Aspergillus* com (31/44) dos 88 identificados, mais frequentes entre os 226 gêneros encontrados pertencentes à coleção. No teste paramétrico de correlação de Pearson entre o fenótipo acima e *Escherichia coli* foi observada correlação positiva ao nível de 1%. Havendo duplo risco de contrair infecção por meio de areia de praia na classificação não recomendada, principalmente por crianças, ou indivíduos imunocomprometidos. Foi também observado que a contaminação da areia não está relacionada com a da água. E que as estações verão e outono foram as de maior concentração de *E. coli* em água.

Palavras-chave: Coliformes. Fungos. Praias próprias para banho. Ecossistema Costeiro. Microbiologia da Água Marinha.

ABSTRACT

Baía de Guanabara, for its beauty, is one of the most notorious symbols of Rio de Janeiro city abroad; it is an extremely productive ecosystem, in spite of the great amount and diversity of pollutants daily thrown on its waters, endangering the health of those people who attend it, as well as the economical sustainability. Nowadays it is a matter of concern for the public and environmental authorities due to the Olympic Games in 2016. The present study intended to evaluate the sanitary quality of sand and water in four beaches of Baía de Guanabara, two of them located on Ilha do Governador, and two of them located on Ilha de Paquetá, which due to their location represent the whole ecosystem of Baía de Guanabara, with four field duties in the four seasons of the year. The methodology used for the study was the membrane filter technique, showing the results in UFC/g and UFC/mL through coliform bacteria analyses, in the *E. coli*, total coliforms and mycologic evaluation, through the occurrence of filamentous fungi and yeast species in the sand and water sources, which were isolated, identified and are kept in culture collection for future biotechnological researches. A new pattern was proposed for bacteriological analyses of sand, based on the study of epidemiologic review, which associates gastrointestinal diseases to risk to health due to the new Resolution N °468/10 1 to be less restrictive than the transitory one N °081/00. Bica beach obtained in the first field duty, during the winter, the largest concentration of *E. coli* in relation to the other studied beaches, with 800 times above the limits allowed in the legislation, as well as for analysis of filamentous fungi and yeast species, presenting larger occurrence in the same season and source, with prevalence of the Black phenotype with white border (NBB) belonging to the gender *Aspergillus* with (31/44) 70% among the identified genders, out of the 226 ones belonging to the collection of the 3 most presented phenotypes. In Pearson's parametric test of correlation between NBB and *E. coli* it was observed positive correlation at a level of 1%, having double risk of contracting infection through beach sand in the non recommended classification, mainly for children, or individuals exempt of immunity. It was also observed that the contamination of the sand is not related with the one of the water. And that the summer and autumn seasons were the ones with larger concentration of *E. coli*, initial period of the secondary treatment in Alegria sewer treatment station in Caju district.

Keywords: Coliforms. Fungi. Bathing Beaches. Costal Ecosystems. Seawater Microbiology.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
SUMÁRIO	viii
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS	xv
LISTA DE SIGLAS E SIMBOLOS	xvi
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Baía de Guanabara	17
1.1.1 - Poluição X políticas públicas	18
1.2 Saúde ambiental das áreas de recreação	18
1.2.1 - Avaliações da contaminação de areia de áreas de recreação	19
1.2.2 - Legislação brasileira sobre áreas de recreação	20
1.2.3 - Leis não cumpridas no Município do Rio de Janeiro	22
1.3 A lógica do saneamento	23
1.3.1 - Política de saneamento	24
1.4 Bioindicadores fecais utilizados em análise de água e areia	25
1.4.1 - Coliformes totais	25
1.4.2 - <i>Escherichia coli</i>	26
1.5 Fungos	27
1.5.1 – Leveduras	28
1.5.1.1 - Gênero <i>Cândida</i>	28
1.5.2 - Fungos filamentosos	28
1.6 Doenças causadas por exposição á água e areia	29
1.6.1 - Potenciais riscos à saúde humana	29
1.7 Indicadores sanitários propostos na literatura para areia	31
1.7.1 - Areia em Portugal	31
1.7.2 - Areia no Rio de Janeiro	33
1.7.3 - Areia no Paraná	34
1.7.4 - Areia em Fortaleza	34
1.7.5 - Areia em São Paulo.....	35
1.8 Comparação entre métodos de análises	35

2	OBJETIVOS	36
2.1	Geral	36
2.2	Específicos	36
3	METODOLOGIA	37
3.1	Área de estudo	37
	3.1.1 - Características gerais da área de estudo	37
	3.1.2 - Localização das áreas de coleta de amostras	38
3.2	Registro das amostras	42
3.3	Período das coletas de amostras	43
3.4	Plano de amostragem	46
3.5	Método de coleta	49
3.6	Processamento laboratorial das amostras	51
	3.6.1 - Análise bacteriológica	52
	3.6.1.1 - Isolamento das bactérias da amostra	53
	3.6.1.2 - Leitura das placas das análises colimétricas	54
	3.6.1.3 - Dados para cálculo das análises colimétricas	57
	3.6.2 - Análise micológica	58
	3.6.2.1 – Definição de valores limites para fungos	60
	3.6.2.1.1 – Areia	60
	3.6.2.1.2 – Água	61
	3.6.2.2 - Identificação de fungo filamentosos	62
	3.6.2.3 - Preservação de fungos filamentosos	63
	3.6.2.4 - Identificação de leveduras	64
3.7	Análise estatística comparativa dos dados	65
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1	Análise de Areia	68
	4.1.1 – Colimétrica	68
	4.1.2 - Análise de risco colimétrico	76
	4.1.3 - Análise micológica de areia	79
4.2	Análise de água	82
	4.2.1 – Colimétrica	82

4.2.2 - Análise micológica de água	85
4.3 Correlação Colimétrica das matrizes água e areia	89
4.3.1 - Correlação entre os parâmetros <i>E. coli</i> X coliformes totais	89
4.3.1.1 - Análise das correlações por estação	89
4.3.1.2 - Análise das correlações por praia	95
4.4 Análise micológica geral de fungos filamentosos	100
4.5 Análise das condições sanitárias de fungos em areia	102
4.6 Proposta de valores limites para fungos	109
4.6.1 – Para areia	109
4.6.2 – Para água	110
4.7 Análise das condições sanitárias de fungos em água	111
4.8 Correlação entre a ocorrência de <i>e. coli</i> e de fungos	113
4.9 Correlação dos dados colimétricos e micológicos com os parâmetros de observação física do ambiente praiano	115
4.9.1 - Média da temperatura e umidade no período de estudo	116
4.10 Correlação de fungos filamentosos e leveduras em água com temperatura e umidade	118
4.11 Análise comparativa dos dados de areia com outros trabalhos	118
4.12 Proposta para análise de fungos em areia de praias	121
4.13 Análise da frequência dos parâmetros; banhistas; resíduos; animais; línguas negras x por praia	122
5 CONCLUSÕES	123
6 PESPECTIVAS FUTURAS	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resolução 468/2010 - para análise colimétrica de areia	22
Tabela 2	Coordenada geográfica plana dos pontos de coleta	40
Tabela 3	Períodos das coletas na Ilha do Governador (A) e na Ilha de Paquetá (B)	44
Tabela 4	Número de coletas de amostras: areia seca, areia úmida e água	44
Tabela 5	Total de amostras processadas para análises colimétricas	45
Tabela 6	Total de amostras processadas para análises micológicas	45
Tabela 7	Tabela original extraída da resolução 274/00 do CONAMA	55
Tabela 8	Tabela original extraída da resolução 081/00 da SMAC	55
Tabela 9	Tabela original extraída da resolução 468/10 da SMAC	56
Tabela 10	Tabela modificada da resolução 274/00 do CONAMA	56
Tabela 11	Tabela modificada da resolução 081/00 SMAC	56
Tabela 12	Tabela modificada da resolução 468/10 da SMAC	57
Tabela 13	Número de média totais dos dados colimétricos na avaliação do risco	58
Tabela 14	Coefficiente de correlação de Pearson	66
Tabela 15	Correlação linear de Pearson entre <i>E. coli</i> com fungos em areia	81
Tabela 16	Valores considerados na análise de fungos em areia	82
Tabela 17	Análise de correlação linear entre os dados de <i>E. coli</i> com os de fungos	88
Tabela 18	Valores considerados na análise de fungos em água	89
Tabela 19	Análise de correlação entre <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação	91
Tabela 20	Análise de correlação entre <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação	92
Tabela 21	Análise de correlação entre <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação	93
Tabela 22	Análise da correlação entre os valores dos parâmetros <i>E. coli</i> e CT nas matrizes: água, areia úmida e areia seca por estação	94

Tabela 23	Análise da correlação entre os valores dos parâmetros <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por praia	96
Tabela 24	Análise da correlação entre os valores dos parâmetros <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por praia	97
Tabela 25	Análise da correlação entre os valores dos parâmetros <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por praia	98
Tabela 26	Análise da correlação entre os valores dos parâmetros <i>E. coli</i> e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por praia	99
Tabela 27	Freqüência das descrições feitas para as amostras de FT identificadas	101
Tabela 28	Ocorrência dos gêneros de FT de maior freqüência no geral.....	102
Tabela 29	Frequência dos fenótipos de fungos filamentosos e leveduras por pontos de coleta por estação e matriz	105
Tabela 30	Ocorrência das leveduras isoladas em coleção de cultura, típicas e atípicas para o gênero <i>Candida</i> , por matriz e por estação	108
Tabela 31	Proposta de valores limites em areia de áreas de recreação para fungos	110
Tabela 32	Proposta de valores limites em água de áreas de recreação para fungos	110
Tabela 33	Análise estatística da correlação entre <i>E. coli</i> e levedura 24h	114
Tabela 34	Análise estatística da correlação entre <i>E. coli</i> e fungo (NBB)	114
Tabela 35	Análise estatística da correlação entre bactérias (EC+CT) e fungos (VBB+NBB+BEA+L24h)	115
Tabela 36	Média dos valores de temperatura e umidade	115
Tabela 37	Correlação estatística entre os dados de fungos filamentosos e leveduras em areia com dados de temperatura e umidade	116
Tabela 38	Correlação estatística entre os dados de fungos filamentosos e leveduras em água com dados de temperatura e umidade	118
Tabela 39	Análise estatística por praia dos parâmetros de observação em campo	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa modificado do zoneamento ambiental da Baía de Guanabara	37
Figura 2	Carta imagem da área de estudo	39
Figura 3	Carta imagem da Ilha do Governador	40
Figura 4	Carta imagem da praia da Bica	41
Figura 5	Carta imagem da praia da Ponta do Tubiacanga	41
Figura 6	Carta imagem da praia dos Tamoios e José Bonifácio na Ilha de Paquetá ..	42
Figura 7	Imagens obtidas pelo programa <i>Google Earth</i>	47
Figura 8	Imagem ilustrativa da marcação do quadrante de coleta de amostra	47
Figura 9	Esquema explicativo dos pontos de coleta	51
Figura 10	Foto do aparato utilizado para filtração das amostras em membrana Millipore	53
Figura 11	Esquema ilustrativo da seqüência metodológica da análise bacteriológica .	54
Figura 12	Esquema ilustrativo da seqüência metodológica para identificação de fungos filamentosos	60
Figura 13	Avaliação da diversidade de fenótipos de fungos filamentosos	63
Figura 14	Isolamento e armazenamento de leveduras	64
Figura 15	Avaliação do parâmetro <i>E. coli</i> nas praias da Baía de Guanabara para análise de areia	70
Figura 16	Avaliação do parâmetro de coliformes totais nas praias da Baía de Guanabara.....	71
Figura 17	Percentual de detecção de <i>E. coli</i> acima do valor padrão determinado na resolução 081/00	72
Figura 18	Percentual de detecção de <i>E. coli</i> acima do valor padrão determinado na resolução 468/10	73
Figura 19	Percentual de detecção de <i>E. coli</i> quanto ao risco colimétrico	77
Figura 20	Percentual de detecção de coliformes totais quanto ao risco colimétrico	78
Figura 21	Avaliação do fenótipo NBB nas praias da Baía de Guanabara	79
Figura 22	Avaliação do fenótipo levedura (L24h) nas praias da Baía de Guanabara....	80

Figura 23	Avaliação do fenótipo fungo total (FT) nas praias da Baía de Guanabara...	81
Figura 24	Avaliação do parâmetro de <i>E. coli</i> (EC) para análise de água das praias da Baía de Guanabara	84
Figura 25	Avaliação do fenótipo “Negra com Borda Branca” (NBB) para análise de água nas praias da Baía de Guanabara	86
Figura 26	Avaliação do fenótipo levedura (L24h) para análise de água nas praias da Baía de Guanabara	87
Figura 27	Avaliação do fenótipo fungo total (FT) para análise de água nas praias da Baía de Guanabara	88
Figura 28	Correlação geral entre as matrizes areia seca, areia úmida e água	100
Figura 29	Ocorrência dos fenótipos dos fungos encontrados na matriz areia por estação	104
Figura 30	Ocorrência. de fungos filamentosos e leveduras nos pontos de areia nas estações inverno e primavera	107
Figura 31	Ocorrência dos fenótipos dos fungos filamentosos NBB, VBB e BEA (UCB/g).....	109
Figura 32	Ocorrência de Fungos mais frequentes em água nas estações inverno e primavera.....	111
Figura 33	Ocorrência de leveduras em água nas estações inverno/primavera	112
Figura 34	Ocorrência de fungos filamentosos (FF) e leveduras (L) em água nas estações inverno/primavera	113
Figura 35	Análise dos dados do parâmetro <i>E.coli</i> para os dois tipos de areia, por estação e por praia	119
Figura 36	Análise dos dados do parâmetro <i>E.coli</i> em água	120

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa
- APHA – American Public Health Association
- AWWA – American Water Works Association
- CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- SDA – *Sabouraud Dextrose Agar*
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação
- EPA – Agência de Proteção Ambiental
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente
- MRJ – Município do Rio de Janeiro
- NMP – Número Mais Provável
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- PDBG – Programa de Despoluição da Baía de Guanabara
- pH – potencial de hidrogênio
- PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
- GPS – Sistema Global de Posicionamento
- SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente
- UFC – Unidade Formadora de Colônia
- UNL – Universidade Nova de Lisboa
- UTM – *Universal Transversa de Mercator*

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

BI/ Ilha do Governador – Praia da Bica

TU/ Ilha do Governador – Praia de Tubiacanga

JB/ Ilha de Paquetá – Praia José Bonifácio

TA/ Ilha de Paquetá – Praia Tamoio

IG – Ilha do Governador

IP – Ilha de Paquetá

AS – areia seca

AU – areia úmida

L – Leste

N – Norte

1X – primeira vez

2 X – segunda vez

3X – terceira vez

4X – quarta vez

p = proporção de sucessos (proporção de valores aceitáveis)

q = proporção de fracassos (proporção de valores não aceitáveis)

$z_{\alpha/2}$ = quartil da distribuição normal correspondente a $\alpha/2$ ($= 0.05$) $= z_{0.05} = 1.96$

ε = erro de proporção considerado (0,05)

* = sem análise

** = sem coleta

1. INTRODUÇÃO

1.1 Baía de Guanabara

Destaca-se, dentre os vários sistemas costeiros brasileiros relevantes, a Baía de Guanabara. Localizada no estado do Rio de Janeiro, é a segunda maior baía do litoral brasileiro. Conta com uma área de 381 km² e tem, em seu entorno, 16 municípios da região metropolitana. Além de ser, por sua beleza, um dos mais conhecidos símbolos do Rio de Janeiro no Brasil e no exterior, a Baía de Guanabara é fundamental para a manutenção da flora e fauna no litoral fluminense. Ela é comprovadamente um ecossistema extremamente produtivo, apesar da grande quantidade e diversidade de poluentes lançados diariamente em suas águas (NASSER, 2001 e MONTEIRO, 2007).

Na bacia hidrográfica dessa Baía, está localizado um dos maiores parques industriais brasileiros no qual vivem cerca de 10 milhões de pessoas que se utilizam dela de diversas maneiras, desde como fonte de recursos para sua subsistência até como área de lazer e transporte. O número de indústrias instaladas no município do Rio de Janeiro é de 4.000, somando-se a estas aproximadamente 2.000 outras indústrias de municípios adjacentes. A poluição por óleo é uma das formas mais freqüentes de contaminação de suas águas, tendo como exemplo o vazamento de 1,3 milhões de litros de óleo em janeiro de 2000, que causou grandes prejuízos ambientais aos manguezais, às praias e à população em geral (NASSER, 2001 e MONTEIRO, 2007).

São lançadas em média diariamente sete toneladas de óleo na Baía, sendo a refinaria de Duque de Caxias responsável por cerca de 30% do total, além de 12 estaleiros e dois mil postos de serviços, que contribuem com mais de 2,5 toneladas/dia de óleo, prejudicando, principalmente, a pesca. Portanto, do ponto de vista da poluição, a Baía de Guanabara é considerada um ambiente extremamente complexo, uma vez que é o corpo receptor final de 55 rios e riachos de doze bacias hidrográficas que deságuam na Baía, que, por sua vez, recebem carga poluente bastante diversificada (NASSER, 2001 e MONTEIRO, 2007).

1.1.1 Poluição x políticas públicas

O nível crescente de poluição da Baía de Guanabara nas últimas décadas vem interferindo seriamente no uso benéfico de suas águas. Os manguezais da Baía, indispensáveis para a manutenção do seu ecossistema, vêm sendo, paulatinamente, destruídos por assoreamentos, descargas de óleo, produtos industriais e lançamento de esgoto com valas negras (MONTEIRO, 2007).

Assim, a ausência de sustentabilidade na pesca decorrente da poluição, pode gerar impactos sociais preocupantes para uma parcela da população residente na região. Em 1994, tendo em vista a grande importância histórico-cultural, política, econômica e ecológica desse ecossistema, o Governo Estadual lançou um Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) com financiamento internacional. O objetivo principal desse programa era a redução da poluição da Baía por meio da construção de diversas obras de saneamento básico na bacia da Baía de Guanabara. Dentre os projetos pertencentes ao PDBG estão: a construção de sistemas de esgotamento sanitário; construção e ampliação de estações de tratamento de esgotos; construção de sistemas de abastecimento de água, dentre outros (fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 2005; RIBEIRO, 1996; JABLONSKI et al., 2006).

Atualmente, o Governo Federal está investindo recursos financeiros significativos em obras de saneamento em várias comunidades, inclusive no entorno da Baía de Guanabara. Essa preocupação deve-se à prevenção de riscos à saúde e à busca de soluções para mitigar os possíveis impactos antropogênicos (VIEIRA et al., 2007). Tais obras devem melhorar as condições sanitárias nessas comunidades e, portanto, a qualidade do ambiente em que vivem incluindo o ecossistema da Baía de Guanabara.

1.2 Saúde ambiental das áreas de recreação

A qualidade ambiental das praias tem adquirido importância crescente por razões ambientais e de saúde pública. A qualidade sanitária das praias era, durante muito tempo, apenas monitorada pela densidade de coliforme fecal presente em suas águas, apesar de a matriz areia ser uma possível fonte de contágio de microrganismos patogênicos (MAIER et al., 2003).

Dessas acepções, podemos ressaltar que medidas de diminuição da contaminação devem estar ligadas a resultados de saúde visando à melhoria dos critérios de gestão (STEWART, 2008). Por essa razão, há necessidade de que os sistemas de saúde incorporem a dimensão da saúde ambiental, sobretudo da vigilância em saúde ambiental. Ações contínuas de monitoramento dos fatores ambientais, que interferem na saúde humana, devem estar integradas a esses sistemas. Essas ações proporcionam a detecção precoce de riscos à saúde pública relacionados às variáveis ambientais e permitem a adoção de medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos. É nesse contexto da vigilância ambiental que se torna essencial o desenvolvimento de metodologias de diagnóstico da saúde ambiental (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997).

1.2.1 Avaliações da contaminação de areia de áreas de recreação

Podemos inferir que a presença excessiva de pombos nas praias pode ocasionar a contaminação das areias com fungos nocivos, os quais, associados ao lixo despejado, fazem desse local um propício meio de cultura para microrganismos (MAIER et al., 2003). Vale observar que, em lugares onde há concentração dessas aves, também há freqüente proliferação de vetores (ratos, baratas e moscas), portanto, desempenhando um importante papel na transmissão de várias doenças, tais como: criptococose, histoplasmose, ornitose, salmonelose, toxoplasmose, encefalite, dermatites, alergias respiratórias, doença de Newcastle, aspergilose e tuberculose aviária, que acometem humanos e animais domésticos. Em muitos lugares, o pombo doméstico já atingiu a condição de praga urbana, em razão de sua superpopulação, dos prejuízos econômicos que causam e dos riscos que representam à saúde pública, sendo necessário o controle de sua proliferação. Assim podemos compreender com base em informações da World Health Organization de 2003, que a sobrevivência e dispersão de patógenos, entre outros fatores, estão relacionadas com a presença de animais, principalmente com excretas de cachorros, colocando em risco a saúde de seus freqüentadores, podendo causar doenças que, associadas ao banho de mar, constituem-se fundamentalmente em gastroenterites e infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta, sendo mais suscetíveis de adquirir-las as crianças, os idosos e as pessoas com baixa resistência imunológica.

De acordo com Mancini et al. em 2005, após o processo de análise de fungos e bactérias em areia e água de praia da Itália por membrana filtrante, expressando seus

resultados em unidade formadora de colônia (UFC) por 100 gramas e por 100 mL, respectivamente, encontraram um maior percentual de bactérias em areia, assim como fungos filamentosos dos gêneros *Penicillium*, que foi encontrado em 15%, seguidos por *Aspergillus* encontrado em 12%. Foi explicado no estudo desses autores que essa ocorrência se deve ao fenômeno de bioacumulação de matéria orgânica, que serve de fonte de carbono, nitrogênio e sais minerais para proliferação dos microrganismos, fazendo com que a areia seja geralmente mais contaminada do que a água.

Shibata et al. (2004), avaliaram a qualidade microbiológica das praias de Hobie, com precária circulação e qualidade de água, e Crandon, com boa qualidade, ambas situadas na baía de Biscayne, Florida, por meio dos indicadores: Enterococos, *Escherichia coli*, coliformes totais; coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*. Os resultados mostraram que as concentrações dos indicadores não necessariamente estavam correlacionadas uma com a outra, e todos os microrganismos avaliados foram encontrados na matriz areia, portanto, servindo de fonte para os mesmos, local onde havia presença de pessoas e animais.

Assim como Bonilla et al. em 2007, que determinaram a prevalência de organismos indicadores fecais na areia seca das praias de Hollywood, Hobie e Ft. Lauderdale, também na Flórida, eles encontraram como resultado níveis 2-23 vezes maiores em areia úmida e 30-460 vezes maiores em areia seca do que os valores encontrados em 100 mL de água. Na matriz água para coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e Enterococos, por meio da técnica de membrana filtrante 0,45 µm, expressando resultados em UFC/100g, observaram que os resultados tiveram influência da temperatura, salinidade e turbidez.

1.2.2 Legislação brasileira sobre áreas de recreação

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) recomendou aos órgãos ambientais a avaliação da qualidade parasitológica e microbiológica da areia para futuras padronizações, por meio da Resolução nº. 274/00 no oitavo artigo, que classifica as águas em doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade. Por aquela ocasião, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) editou a Resolução nº. 081/00, contudo, esta tinha caráter provisório de dois anos e tratava apenas das condições

bacteriológicas, não estabelecendo a análise para fungos e parasitas, assim como não estabelecia indicadores e os respectivos limites para estes microrganismos, os quais também são importantes patógenos de praias. Uma vez que muitas doenças de pele, infecções da unha, couro cabeludo, alergias respiratórias e outros comprometimentos orgânicos estão associados a micoses e doenças parasitárias pelo contato com areia contaminada, com maior risco para crianças e idosos.

De acordo com Boukai (2005) não foram realizadas pesquisas de fungos patogênicos durante o monitoramento da qualidade sanitária da areia das praias do Rio de Janeiro, no período que foi estabelecida a Resolução 081/00 da SMAC. Segundo Sarquis e Oliveira (1996), poucas são as referências sobre a microbiota específica da orla litorânea brasileira. Apesar do órgão ambiental municipal do RJ ter sido de vanguarda na edição de normatizações de avaliação e monitoramento da qualidade sanitária das areias das praias da cidade do Rio de Janeiro, mesmo com a edição da nova Resolução da SMAC nº 468 de 2010, esta está baseada no trabalho de monitoramento realizado por uma empresa terceirizada chamada Consultoria Estudos Projetos Ltda (COHIDRO), que acompanhou por 4 anos a qualidade sanitária bacteriológica das areias de 23 praias do RJ sendo (10 de 35 pontos de coletas realizados nas praias e ilhas pertencentes à Baía de Guanabara) [Tabela 1] em moldes metodológicos semelhantes aos feitos na antiga Resolução, não sendo realizada a avaliação das condições sanitárias quanto à presença de fungos, parasitas e vírus, como era esperado. Portanto, a Resolução ainda está incompleta do ponto de vista microbiológico, e há ainda uma série de ressalvas para serem feitas pela comunidade científica que, apesar do espaço temporal entre a antiga Resolução e a nova, não foram metodologicamente incorporados os avanços científicos nesta área. Ressalta-se a importância de padrões nacionais, que deveriam ser editados pelo órgão superior brasileiro, o CONAMA, como ocorre nos países desenvolvidos, que normatizam os padrões sanitários de avaliação da qualidade sanitária desses espaços de uso pela população.

Tabela 1 – Res. 468/2010 UFC/g (modificada) – Para análise colimétrica de areia

Classificação	coliformes totais	<i>E. coli</i>
Ótima	0 a 46,14	0 a 0,18
Boa	46,15 a 92,29	0,19 a 1,85
Regular	92,30 a 138,44	1,86 a 17,54
Não recomendada	> 138,44	> 17,54

1.2.3 Leis não cumpridas no Município do Rio de Janeiro

A Lei Municipal do Rio de Janeiro nº. 3.210/2001 cria a obrigatoriedade da divulgação da qualidade da areia das praias. Entretanto, esta lei não é atendida. A Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro, como descrito no Capítulo II – Dos Direitos Fundamentais no Art. 9º: “O Município assegurará e estimulará, em órgãos colegiados, nos termos da lei, a participação da coletividade na formulação e execução de políticas públicas e na elaboração de planos, programas e projetos municipais” e no Capítulo VI - Do Meio Ambiente, na seção II. Do Controle e da Preservação do Meio Ambiente, no Art. 464 – “O Poder Executivo é obrigado a manter a sinalização de advertência nos locais de despejo de esgotos sanitários, industriais ou patológicos, com o fim de esclarecer a população sobre a sua existência e os perigos à saúde”, ambos da Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro.

Contudo, devido às inúmeras ligações clandestinas, nem sempre isso ocorre, e, por esse motivo, o monitoramento dos ecossistemas constitui-se em um elemento de grande importância para cumprir este direito do cidadão carioca.

Segundo Lei Municipal nº. 2.358/95 é proibida a presença de cachorros nas areias das praias, mas, por ausência de fiscalização e educação ambiental, não existe consciência do risco que essa atitude pode trazer à saúde de seus freqüentadores. Verifica-se ainda que, na maioria das vezes, os animais que mais oferecem risco não são os que possuem uma casa e um dono que cuida deles e os mantém saudáveis, mas, sim, a presença de ratos, pombos, urubus e gatos nas areias das praias, que são responsabilidade do Estado.

1.3 A lógica do saneamento

É importante ressaltar que a qualidade das águas e da areia de recreação está intimamente ligada à qualidade do sistema de saneamento, ou à ausência dele. A ocupação do solo precede a instalação da infraestrutura apesar de serem conhecidos os meios de contaminação e de proliferação de organismos patogênicos. Os recursos hídricos, inclusive as praias, são, quase sempre, receptores de aportes de esgotos clandestinos (VIEIRA et al., 2007).

Podemos dizer que a poluição das praias é uma consequência direta do saneamento básico deficiente, que resulta em esgoto chegando ao mar sem tratamento. Entretanto, nos últimos anos, tem havido uma preocupação crescente com a contaminação significativa das áreas das praias pelo descarte inadequado de lixo, dejetos de animais ou poluição trazida pelas marés, que podem conduzir bactérias, fungos e parasitas patogênicos (Vieira et al., 2007), trazendo risco à saúde, principalmente das crianças que, ao brincarem em areias contaminadas, podem contrair doenças devido ao seu sistema imune ainda estar em desenvolvimento (VIEIRA et al., 2001).

O Brasil aumentou em 1,4 pontos percentuais sua rede coletora de esgoto em 2008, mas, mesmo assim, quase 50% da população ainda não têm acesso a esse serviço. No País, 52,5% dos domicílios tem coleta de esgoto, um acréscimo de 30.208 mil unidades. Porém, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra também que o número de pessoas, que possuem outro tipo de esgotamento sanitário ou nenhum, aumentou em 603 mil.

Segundo PNAD em 2009, a “região Sudeste é disparada a que tem a maior percentagem de domicílios atendidos com a coleta de esgoto, mais que o dobro registrado em outras regiões. É 80,6%, contra 32,1% da região Nordeste, 33,4% da Sul e 37,6% do Centro-Oeste”.

Contudo um número maior de bactérias fecais do que o permitido pela legislação indica maior risco de contaminação por organismos patogênicos, responsáveis por doenças de veiculação hídrica. Entre as doenças transmitidas desta maneira estão as gastroenterites, hepatites e cólera.

Cabe aos órgãos competentes, municipais e estaduais, tratar o saneamento básico com responsabilidade, tanto do ponto de vista econômico quanto de saúde pública, de

modo a garantir a atratividade das praias como pólos de turismo, uma alternativa de grande importância para o desenvolvimento e melhoria das condições de vida da população litorânea.

No entanto, além dos esforços que devem ser empreendidos pelo Estado e pelas prefeituras, a comunidade também deve desempenhar seu papel, sobretudo quando passa a exigir boas condições de balneabilidade para as praias que frequenta. A participação da comunidade, por meio de ações coletivas como campanhas e atos públicos, são fatores fundamentais na busca de soluções para os problemas ambientais.

1.3.1 Política de saneamento

O Governo do Estado inaugurou, no dia 22 de janeiro de 2009, o sistema secundário da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Alegria, no Caju, Rio de Janeiro (RJ), a fim de que a cidade do Rio de Janeiro (RJ), local escolhido para sediar as olimpíadas de 2016, esteja pronta para receber as muitas equipes internacionais.

É considerada a obra mais importante do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), pois visa a reduzir em 98% a carga poluidora dos 2.500 litros por segundo do esgoto a serem tratados pela ETE, ou seja, 216 milhões de litros/dia que deixam de ser lançados “*in natura*” na Baía de Guanabara, o que equivale a um “Maracanzinho” de esgoto a menos por dia, trazendo qualidade de vida para 1 milhão e 250 mil habitantes.

A contribuição da Prefeitura veio por meio do choque de ordem desde o início do mandato do Prefeito Eduardo Paes no mesmo mês e ano, que vem tentando impor uma cidade mais limpa. Atuando em várias frentes, tem contribuído com a saúde pública com a atuação nas praias, fazendo valer a Lei Municipal nº 1.876, em vigor desde 1992, que já regulamentava o comércio ambulante, onde os barraqueiros são obrigados a manter limpa uma área no raio de 7,5 metros; proibindo a presença de cachorros nas areias das praias já prevista na Lei Municipal nº 2.358/95, agora prometendo, sim, dura fiscalização. Contudo, junto a essas frentes, deveria haver um programa eficiente de controle de animais de rua, e de ratos, que acabam frequentando as areias das praias sob a responsabilidade da prefeitura.

É esperado que, com o funcionamento da Estação de Alegria e outras a serem construídas e com as séries de medidas tomadas pelos órgãos competentes, possamos

todos, muito em breve, ter uma melhor qualidade de vida, sendo a praia um lugar democrático por excelência.

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

1.4.1 Coliformes totais

Os coliformes totais são bactérias do grupo coliforme, pertencentes à família Enterobacteriaceae, tendo como principais gêneros: *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, *Proteus*, *Serratia*, embora vários outros gêneros pertençam ao grupo.

Os coliformes são definidos como bastonetes Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporulados, oxidase-negativos, que fermentam lactose com formação de ácido e gás dentro de 24-48 h a $35,0 \pm 0,5$ °C, presentes nas fezes de animais homeotermos, indicando indiretamente a presença de fezes humanas (Pelczar et al. 1981; Prescott et al. 1996). Por essa razão, nas análises de diferentes matrizes ambientais (água, areia e sedimentos), eles constituem um dos parâmetros mais usados no mundo pelos órgãos ambientais, contudo mais recentemente alguns órgãos de vigilância têm usado outros parâmetros associados. A principal metodologia de detecção ainda é pela técnica de tubos múltiplos, em que se usa, por exemplo, o Caldo Fluorocult LMX, da MERCK, ref. 1.106620 em que amostras previamente diluída ou não, são semeadas em condições assépticas e incubadas a $35 \pm 0,5$ °C por 24 e 48 h. A leitura é considerada positiva para coliforme total, quando, após incubação, aparece à cor azul esverdeada. Esta reação ocorre pela capacidade da enzima *β -D-galactosidase* em hidrolisar o substrato cromogênico (X-GAL), (5-bromo-6-cloro-3-indol- β -D-galactopiranosídeo), expressando os resultados em número mais provável (NMP), calculado, conforme American Public Health Association [APHA] (2005). Contudo, metodologias mais precisas foram descritas como as encontradas em Shibata et al. (2004), Bonilla et al. (2007) e em Gronewold e Wolpert (2008), onde os resultados são descritos em unidade formadora de colônia (UFC).

Na avaliação da qualidade sanitária das praias de Portugal, com o propósito da aplicação dos padrões propostos por Mendes et al. (1993), indicaram os Enterococos, que são bactérias do grupo dos *Streptococos* fecais, 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. Sendo a maioria das espécies desse grupo de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais, CONAMA em 2000, como um melhor bioindicador do que os coliformes totais e coliformes termotolerantes pesquisados. Corroborando com a U.S. Environmental Protection Agency (EPA), a qual publicou, em 1986, um relatório de qualidade de água em que recomenda dois organismos indicadores *Escherichia coli* e Enterococos. O Relatório concluiu que esses dois bioindicadores são melhores para prever a presença de microrganismo, que causam doenças gastrointestinais, do que os coliformes totais e coliformes termotolerantes, bioindicadores utilizados no passado para determinar a segurança das águas de recreio. De igual maneira, no Brasil, a Resolução CONAMA nº 274/2000 aboliu os coliformes totais dessa legislação e adicionou os mesmos indicadores americanos.

Outras bactérias patógenas e não patógenas como *Campylobacter jejuni*; *Clostridium Perfringens*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Shigella sp*; *Staphylococcus sp*; *Vibrio sp* já foram referenciadas em estudos de qualidade sanitária de areia (BOUKAI, 2005).

1.4.2 *Escherichia coli*

A espécie bacteriana *Escherichia coli* pertencente à família Enterobacteriaceae, pode ser identificada e enumerada rapidamente em placas de isolamento ou em caldo, por diversas técnicas baseadas em substratos enzimáticos cromogênicos e fluorogênicos ou ambos, que envolvem a capacidade de detecção da presença das enzimas específicas β-galactosidade e β-glicuronidase com o emprego de substrato apropriado (Manafi, 2000) como, por exemplo, os substratos: cromogênico ONPG (o-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo) que indica a presença de coliformes e o fluorogênico MUG (4-metil umbeliferil-β-D-glicuronídeo), que indica a presença de *Escherichia coli*, consumindo os carbonos do glucoronide e liberando quatro metil um beliferona, que tem fluorescência azul quando exposto à luz UV (360nm) [SILVA, 2000].

Essa espécie cresce em meio complexo a 44-45° C, fermentam lactose e manitol com produção de ácido e gás, produzindo indol a partir do aminoácido triptofano. São abundantes em fezes humanas e de animais, sendo somente encontradas em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente, CONAMA em 2000. Sendo parte normal do intestino de humanos e animais de sangue

quente, essas bactérias são carregadas por meio da água de esgoto doméstico, de lixo, vindo, portanto, a contaminar areia e água do mar, assim como outros microrganismos patogênicos (ANDRAUS, 2006).

É importante ressaltar que os padrões de balneabilidade, estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) nos Estados Unidos da América (EUA), só recomendam a detecção de *Escherichia coli* para água doce, APHA em 2005. Por outro lado, no Brasil, a Resolução CONAMA nº 274/00 recomenda o parâmetro *E.coli* para avaliação da qualidade microbiológica de águas doces e salinas, e o parâmetro Enterococos que, nos EUA, é usado para avaliar a qualidade sanitária de ambas as águas; no Brasil, a adoção desse parâmetro se refere apenas a águas marinhas.

1.5 Fungos

A micologia é a ciência que estuda os fungos, e as doenças por eles produzidas são chamadas de micoses. São organismos com células eucarióticas, algumas espécies podem estar na forma de levedura (unicelular), outras, na forma de fungos filamentosos (pluricelular) e outras, ainda nas duas formas, que são as espécies dimórficas, que se desenvolvem dependendo das condições ambientais e do estresse encontrado.

Muitos gêneros são oportunistas, podendo ser potencialmente patogênicos, crescem rapidamente, formando colônias maduras em quatro ou cinco dias, se tornando patógenos oportunistas. Esses são saprófitas, ou seja, vivem de matéria orgânica em decomposição no solo e às vezes se tornam aerotransportados. Como o ser humano inala constantemente os conídios - estruturas assexuadas reprodutivas imóveis - de fungos oportunistas, as culturas rotineiras de escarro e de outras secreções respiratórias podem revelar algumas colônias desses organismos, e, como os conídios estão no ar, podem contaminar também a pele (KERN e BLEVINS, 1999).

1.5.1. Leveduras

As leveduras são formadas por microrganismos unicelulares que cumprem as funções vegetativas e reprodutivas. As espécies *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans* são as mais importantes leveduras causadoras de doenças humanas, elas podem ser encontradas nas fezes humanas. A primeira espécie pode ser encontrada em fezes humanas e a segunda, em excrementos de pombos e outras aves, que, no entanto, não são infectados, por serem vetores dessa espécie para o ser humano (KERN e BLEVINS, 1999).

1.5.1.1 Gênero *Candida*

A principal espécie do gênero *Candida*, causadora da candidíase é a *C. albicans*, porém outras espécies não *albicans* como: *C. tropicalis*, *C. dubliniensis*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *C. glabrata*, estejam se tornando cada vez mais importantes como agentes etiológicos (KERN e BLEVINS, 1999). Essas tendem a se proliferar mais no verão, podendo ser contraídas em contato com areia de praia. São leveduras que podem causar infecções cutâneas, das mucosas, principalmente em mulheres, nas unhas e mais raramente, infecções disseminadas e profundas em indivíduos debilitados ou imunodeprimidos. Fazem parte desse grupo as espécies que têm mostrado patogenicidade. (Associação Bandeira Azul da Europa) [ABAE], 2008.

1.5.2 Fungos filamentosos

Os fungos filamentosos podem ser encontrados em diferentes ecossistemas. São organismos heterotróficos que atuam como saprófitas, parasitas ou em simbiose (SILVA et al., 1999). São ricas fontes de metabólitos, com mais de 3000 moléculas caracterizadas, sendo 1600 dessas com propriedades antibióticas ou antitumorais, e uma variedade de moléculas biodegradadoras de matéria orgânica, que atuam na manutenção das florestas e no equilíbrio dos ecossistemas (HAWKSWORTH e KIRSOP, 1987). Contudo algumas espécies podem se constituir em patógenos oportunistas, caso esse equilíbrio natural seja rompido, e, dependendo do impacto ambiental, uma espécie pode

prevalecer sobre outras, podendo adquirir resistências devido à força seletiva imposta ao meio, oferecendo risco à saúde das pessoas, animais e ambiente. Assim, o conhecimento da microbiota do solo, além de fundamental para o levantamento taxonômico das populações que ali se encontram, pode levar ao descobrimento de processos metabólicos utilizados por esses organismos, tornando-os importantes para as interações ambientais, e em aplicações biotecnológicas (GOMES, 2007). Dessas acepções, devemos ressaltar as propostas feitas por Sarquis e Oliveira (1996) e Gomes et al. (2008), considerando a importância dos ecossistemas e a escassez de estudos no Brasil que tratam da micota filamentosa em ambientes marinhos, e ainda a necessidade do conhecimento da diversidade desses microfungos nas praias, que realizaram coletas em que foram isoladas e identificadas amostras de areia da praia de Ipanema, Rio de Janeiro, Brasil; areia e água em duas praias de Olinda, Pernambuco, Brasil, sendo a maior frequência de fungos encontrada pertencente aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* (GOMES et al., 2008), corroborando com estudos de contaminação de areia de praias mais referenciados: (a) *Aspergillus sp* é um gênero de fungos filamentosos, encontrado no ambiente que pode causar Aspergiloses, na forma invasiva, oportunistas alérgicas e/ou toxigênicas, podendo infectar diversos órgãos em indivíduos imunossuprimidos ABAE em 2002; (MAIER et al., 2003); (b) Espécies de *Fusarium*, normalmente considerados contaminantes, agentes frequentes de infecções oculares, mais raramente infecções da pele e das unhas, e infecções sistêmicas. As espécies deste gênero são potencialmente toxinogênicas ABAE em 2002, (BOUKAI, 2005).

1.6 Doenças causadas por exposição à água e areia

1.6.1 Potenciais riscos à saúde humana resultantes da exposição a agentes patogênicos na areia e águas costeiras

Existe crescente preocupação dos órgãos ambientais e da sociedade com a significativa contaminação das areias das praias, pelo descarte inadequado de lixo, dejetos de animais ou poluição trazida pelas marés, que podem carregar bactérias, fungos e parasitas patogênicos (BOUKAI, 2005).

Com base em estudos epidemiológicos, Bonilla et al. (2007) e Alm et al. (2003) associaram as doenças intestinais com a exposição à água e areia de recreação ou

ambas. Sendo a gastroenterite a doença mais comum, que, associada à água poluída por esgoto, pode apresentar um ou mais dos seguintes sintomas: enjôo, vômitos, dores de estômago, diarreia, cefaléia e febre, podendo ocorrer outras manifestações, como infecções dos olhos, ouvidos, nariz e garganta.

De acordo com o estudo realizado pela Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico (CETESB) de São Paulo, SP, Brasil, publicado por Sato et al. (2005) existe forte correlação entre a presença dos patógenos *Escherichia coli* e Enterococos associada à gastroenterite em nadadores; os gêneros *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* foram também associados como responsáveis por doenças em banhistas, principalmente os que apresentam baixa imunidade.

Deve-se, contudo, salientar que o fato de a praia estar imprópria não significa que todas as pessoas, que se banharem no local, irão contrair alguma dessas doenças; isso depende das condições imunológicas de cada um e do tipo de exposição de cada um como, por exemplo, se permaneceu por muito tempo na água, se mergulhou a cabeça ou se engoliu água. A imprópriedade significa que existe o risco de se contrair tais doenças CETESB em 2004.

Segundo Alm et al. (2003), dentre os 59 surtos de doenças ocorridos nos EUA entre 1999 e 2000, 61% são de gastroenterite associados à exposição a águas de recreação.

Estudo realizado na Espanha em 2001 relaciona, por meio de entrevistas, a exposição à areia contaminada com risco à saúde e doenças gastrointestinais, e foi encontrada correlação dos sintomas com o aumento de coliforme total (PRIETO, 2001).

Segundo Lee (2002), existe, na literatura, um maior número de estudos epidemiológicos associados à água de praia no Brasil e no exterior do que os encontrados com a associação de patógenos presentes em areia (Bonilla et al. 2007), principalmente os que associam doenças intestinais à exposição de água e ou areia de recreação.

Os técnicos do Setor de Águas Litorâneas da CETESB apresentaram, durante o Seminário sobre balneabilidade em Santos, um estudo que comparou a incidência de doenças gastrointestinais com a balneabilidade das praias e concluíram que existe correlação direta entre doença e exposição à água de praias contaminadas, como também o maior risco em crianças.

Os EUA, por meio da EPA em 1986, concluíram que, com níveis de 200 coliformes termotolerantes por 100 mL, há o risco de se contrair doenças gastrintestinais em 15 casos por 1.000 pessoas, que freqüentam águas marinhas e em 6 casos por 1.000 pessoas, que frequentam águas doces.

Após avaliação da água doce em praias da região dos Grandes Lagos, nos verões de 2003 e 2005, e águas salinas na mesma estação, em 2005 e 2007, por meio de pesquisas que continuaram em diferentes praias no verão de 2009, os EUA realizaram esta pesquisa com a finalidade da descoberta de meios mais rápidos e para conhecer os verdadeiros riscos de doenças resultantes da exposição a diferentes fontes de contaminação fecal em águas de recreação, com a finalidade da obtenção de novos critérios de qualidade de água recreacional. Em função disso, os EUA vêm conduzindo a investigação e avaliação de informações relevantes para fornecer a base científica para revisão de novos critérios para o controle de qualidade de águas em 2012, EPA em 2009.

Podemos ressaltar dessas acepções que são poucos os estudos sobre o potencial risco à saúde associado com exposição à areia de praia, causando doenças. Isto se deve, principalmente, à dificuldade da associação entre a ocorrência do patógenos em seus limites permitidos, com a obtenção de dados precisos sobre o aparecimento da doença na população, que, muitas vezes, não relata a correlação com a possibilidade de ter contraído o agente na praia, pois, geralmente há desconhecimento do risco associado devido à inexistência de monitoramento periódico nestes locais.

1.7 Indicadores sanitários propostos na literatura para areia

1.7.1 Areia em Portugal

Vale ressaltar que, desde a década de 90, há quase 20 anos atrás, havia uma proposta para os indicadores de qualidade sanitária de areias de praias portuguesas, sendo eles, os coliformes totais, coliformes termotolerantes, e os resultados, os quais eram expressos em número mais prováveis por grama (NMP/g) e considerava a presença de cepas do gênero de fungo *Candida sp* em unidade formadora de colônias por grama (UFC/g) [MENDES et al., 1993]. Portanto, descrevia dados colimétricos e a presença de um gênero de fungo como indicador de qualidade sanitária.

Segundo a ABAE em 2002, que veio estabelecer os valores limites para os indicadores sanitários mais apropriados, após intenso trabalho de pesquisa, estabeleceu os coliformes totais, a espécie *Escherichia coli*, Enterococos, os fungos dermatófitos e as leveduras, tomados para indicadores micóticos. Esses foram tirados com base nos resultados obtidos em análises de areia de praias que tinham diferentes níveis de ação antrópica no litoral de Portugal, e foram estabelecidos os valores médios para cada um dos parâmetros selecionados. Para os indicadores bacteriológicos, foram estabelecidos os mesmos limites aceitos para balneabilidade de água de praia, adaptados para areia, sendo considerado que, após comparação dos métodos utilizados na época, a unidade de número mais provável (NMP) e unidades formadoras de colônias (UFC) seriam equivalentes nas análises bacteriológicas, enquanto que, para os indicadores micológicos, o método de disseminação mostrou-se melhor do que o de filtração por membrana para leveduras e fungos filamentosos.

O estudo foi apresentado em forma de relatório intitulado “Qualidade Microbiológica de Areias de Praias Litorais” em julho de 2002, sendo o resultado de um projeto de educação ambiental que se iniciou em 2001, no âmbito da temática da Campanha Bandeira Azul “Areia limpa, Praia Saudável”, implementado em Portugal.

Os resultados encontrados nesse estudo para os indicadores apontaram que, na avaliação da densidade de microrganismos, a areia seca sempre obteve resultados superiores aos da água e da areia úmida, razão pela qual a areia seca foi a zona recomendada para avaliação no monitoramento de leveduras *Candida albicans* e *Candida sp*, de fungos filamentosos potencialmente patogênicos e alergênicos *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus sp*, *Fusarium sp* e *Phialophora sp*, ou ambos, e também de bactérias ABAE em 2008.

O limite mínimo proposto para os indicadores micológicos foi calculado a partir de valores máximos encontrados em areia seca, detectados nas praias selvagens; o limite máximo, a partir da média entre o valor máximo obtido nas praias selvagens e o valor máximo nas praias de elevada ocupação humana, portanto, nas praias que possuíam maior ação antrópica na areia seca. Desta forma, o comportamento dos frequentadores das praias tem uma influência direta na qualidade das areias ABAE em 2002.

1.7.2 Areia no Rio de Janeiro

Costa e Silva e Pastura (2000) realizaram um estudo sobre qualidade sanitária das areias de praias do município do Rio de Janeiro e compararam os resultados de colimetria das amostras de areia, utilizando os mesmos padrões de balneabilidade para água do mar, e expressaram as densidades de coliformes totais e termotolerantes em números mais prováveis (NMP) por 100 gramas de amostra.

Cabe salientar que, no relatório apresentado pela SMAC sobre a Qualidade da Areia das Praias de São Conrado e da Barra da Tijuca no ano de 2006, foi concluído que as areias contaminadas por bactérias estavam próximas às calçadas, apresentando, portanto, risco à saúde para quem estivesse em contato direto com as mesmas, mas que as medidas de prevenção, limpeza e informação eram inexistentes ou insuficientes tanto nas esferas municipais quanto nas federais. As análises microbiológicas apontaram que o risco à saúde pública existia quando os níveis microbiológicos fossem superiores a 1000 vezes do padrão para fungos (UFC/100g) e a 24 vezes para bactérias NMP/100g) em areia úmida e seca, além das análises parasitológicas, com a conclusão de que os frequentadores das praias do Rio de Janeiro poderiam contrair doenças quando em contato com as areias de praias, principalmente as crianças devido à sua baixa imunidade.

A Prefeitura do Rio de Janeiro contratou a empresa privada COHIDRO para monitorar a areia das praias, desde dezembro de 2005, mesmo possuindo técnicos qualificados capazes de realizar tais avaliações. Contudo, durante todo o tempo de monitoramento, os dados não foram divulgados para a população; como resultado, foi editada em 28 de janeiro de 2010 uma nova Resolução, que continua tratando apenas dos parâmetros bacteriológicos, sendo menos restritivos quanto a anterior para *Escherichia coli* 1,85 UFC/g, agora 17,54 UFC/g sem considerar os demais indicadores microbiológicos. Por outro lado, para avaliação das condições sanitárias de água de áreas de recreação, há a Resolução CONAMA nº 274//00, que é muito permissiva aos padrões aceitáveis, que chegam até 1000 CF/ 100 mL, enquanto que os padrões americanos para análise de água americana, definidos após estudos epidemiológicos, estabelecem o limite de até 200 CF/100 mL, a fim de evitar risco à saúde pública.

1.7.3 Areia no Paraná

Segundo Andraus (2006), que pesquisou a qualidade sanitária das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba no Paraná, analisando amostras de areia seca, areia úmida (NMP/100g) e água (NMP/100 mL) por um ano, usando como parâmetro os bioindicadores coliformes totais, *Escherichia coli* e Enterococos, encontrou maior densidade desses organismos no verão em areia seca, após comparação com os resultados das Resoluções CONAMA nº 20/86 e nº 274/00, ambas de balneabilidade, devido à ausência de legislação nacional e internacional para areia. Em função disso, propôs que o limite para classificar a areia da praia como recomendada fosse igual ou inferior ao dobro das Resoluções citadas acima.

1.7.4 Areia em Fortaleza

Cabe observar que Fortaleza é uma das capitais brasileiras de grande interesse na qualidade ambiental e sanitária de suas praias devido à importância turística. Vieira e colaboradores realizaram, em 2001, a pesquisa de *Salmonella*, coliforme total e fecal, *Vibrio parahaemolyticus* e leveduras, que apresentou, em areia seca e areia úmida das praias de Mucurupi, Futuro e Caça e Pesca as maiores densidades de coliformes totais e coliformes termotolerantes nos dois tipos de areia.

Contudo, os trabalhos realizados para avaliação da qualidade sanitária de areia de praia não estabelecem consenso entre diversos autores brasileiros e estrangeiros sobre as metodologias de amostragem, quantidade de amostras coletadas em diferentes áreas, profundidades e frequência, na areia úmida e seca ou só na areia seca nem sobre os organismos bioindicadores, devido à ausência de legislação nacional ou internacional. Cada autor segue diferentes critérios de avaliação. (BOUKAI, 2005).

Há, a partir dessa citação, necessidade de criação dos procedimentos de amostragem de areia, a fim de se obter amostras representativas da área a ser avaliada. Assim, em 2007, Vieira e colaboradores monitoraram a água e areia seca das praias de Meireles e do Futuro, determinando o resultado estimado em NMP de coliformes termotolerantes, Enterococos e de bactérias heterotróficas, em que recomendam o monitoramento da areia de duas praias, para avaliação sanitária.

1.7.5 Areia em São Paulo

Sato et al (2005) analisaram os dados secundários de um estudo realizado pela CETESB na primavera de 1997 e verão de 1998 sobre qualidade sanitária de areia de 16 praias recreacionais do Estado de São Paulo, SP - Brasil, pesquisando bactérias indicadoras fecais, e a espécie *Candida albicans* em amostras de areia seca e úmida, por meio dos limites propostos pelos pesquisadores portugueses Mendes et al. (1993). Concluíram que a areia seca estava mais contaminada por coliformes termotolerantes e Enterococos do que a areia úmida durante o verão, e os fungos poderiam ser usados como indicadores, pois a espécie *Candida albicans* foi isolada de 18% das amostras.

1.8 Comparação entre métodos de análises

ABAE em 2002 concluiu a equivalência entre o método cromogênico colilert para *Escherichia coli* e coliformes totais, expressando os resultados em (NMP) e de membrana filtrante (UFC) para matriz ambiental areia.

Contudo, APHA em 2005, por meio de comparação estatística de resultados para amostra de água entre as metodologias de MF (membrana filtrante) e tubos múltiplos, demonstrou ser a última a mais precisa.

É importante ressaltar que os autores Gronewold e Wolpert, ao usarem um modelo de probabilidade para um mesmo corpo de água, analisaram para coliformes fecais tanto pela metodologia de fermentação dos tubos múltiplos, expressando os resultados em números mais prováveis (NMP) como por membrana filtrante (MF), expressando os resultados em unidade formadora de colônias (UFC), concluíram que os dados em NMP foram 2,167 vezes maiores que os expressos em UFC, e que estes últimos são mais confiáveis do que os em NMP (Gronewold e Wolpert, 2008).

Assim sendo, salientamos que enquanto a estimativa de UFC é baseada no número de colônias bacterianas distinguíveis na placa de cultura após filtração e incubação, a diluição de tubos múltiplos é usada para obter uma contagem indireta de microrganismos. A partir dessa reflexão, podemos dizer que o NMP fornece a estimativa de uma quantificação do resultado do método de diluição, sendo, portanto menos sensível.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar e monitorar a qualidade sanitária das areias das praias por meio de análises colimétricas e micológicas, utilizando métodos mais precisos, de modo a expressar os resultados em unidade formadora de colônia (UFC) por grama e por mL e propor a análise de fungos como padrão de avaliação na classificação sanitária destas áreas de recreação.

2.2 Objetivos Específicos

- Monitorar, periodicamente, por meio de análises de colimetria e de fungos a qualidade das areias das regiões estabelecidas neste estudo, de forma metodológica mais precisa que nas descritas nas resoluções da SMAC;
- Isolar e avaliar a quantidade de coliformes presentes/ausentes nas areias das áreas estudadas;
- Avaliar a periodicidade dos tipos de agentes presentes nas diferentes estações do ano, por meio de uma análise, comparativa, dos dados encontrados com os de outras regiões;
- Propor parâmetros bacteriológicos e micológicos a partir dos dados encontrados, que possam fundamentar os valores aceitáveis sobre as condições sanitárias das areias de recreação para o Brasil e que possam ser adotados pelos órgãos ambientais para um futuro Padrão Nacional de qualidade de areias de áreas de recreação, conforme recomendado pela Resolução CONAMA nº 274/00;
- Propor a análise de fungos filamentosos e leveduras como parâmetro de avaliação pelos órgãos ambientais para a avaliação microbiológica de areias de áreas de recreação;
- Correlacionar à quantidade de coliformes presentes na areia com a encontrada em água, cujos parâmetros já estão estabelecidos na legislação, assim como os dados bacteriológicos com os dados de contaminação micológica.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

3.1.1 Características gerais da área de estudo

Foram escolhidos os ecossistemas costeiros, tendo como base o trabalho de Zoneamento do Espelho d'água da Baía de Guanabara, desenvolvido por Egler et al.(2003).

Segundo esse trabalho, a Baía foi dividida em cinco áreas, (Figura 1) considerando seis variáveis: a circulação das águas, com base na interpretação das cartas de correntes de maré da Baía de Guanabara de 1999, da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN); batimetria, a partir da carta náutica das águas; qualidade das águas; situação do entorno; quantidade do material em suspensão; e a sensibilidade natural.

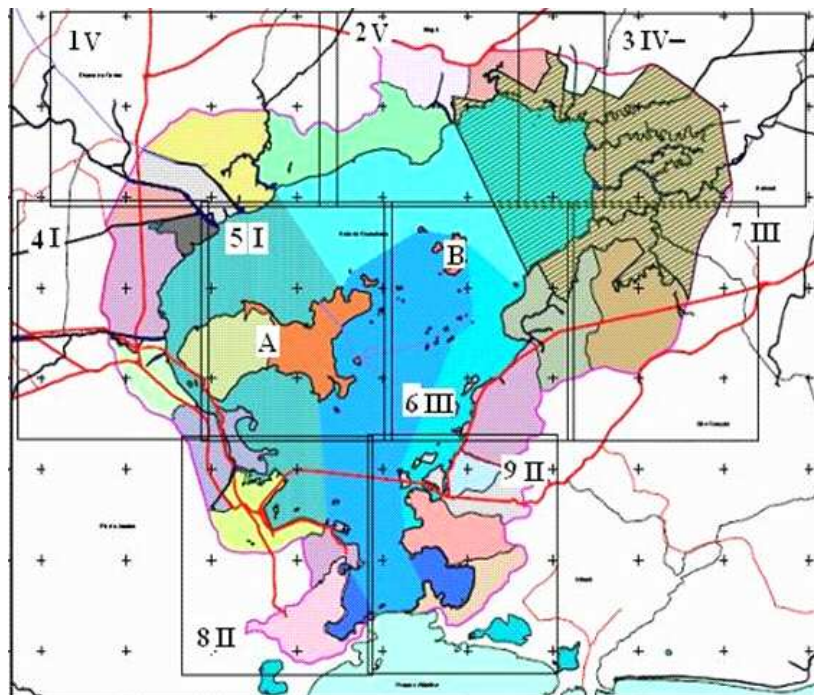


Figura 1 – Mapa Modificado do Zoneamento Ambiental da Baía de Guanabara, destacando as localizações das áreas de estudo, região A, Ilha do Governador no quadrante 5I e região B, Ilha de Paquetá no quadrante 6III (Modificado a partir de EGLER et al., 2003). As cores destacam a influência diferenciada das áreas costeiras adjacentes ao espelho d'água da Baía, e tom diferenciado das cores no espelho d'água

destaca a profundidade da água nas zonas ambientais características (legenda das cores no anexo I).

3.1.2 Localização das áreas de coleta de amostras

As coletas foram realizadas em praias voltadas para a Baía de Guanabara - nas Ilhas do Governador (IG) e Paquetá (IP). Os critérios de inclusão das praias utilizados foram: (1) praias onde o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) realizava monitoramento da qualidade da água, conforme previsto em lei; (2) praias que tivessem frequência principalmente de moradores da região; (3) pelo menos uma praia fosse representativa da região mais poluída da Baía de Guanabara (porção interior da Baía) que, entretanto, ainda fossem frequentadas por uma parcela significativa da população residente na área; (4) praias que são utilizadas de diversas maneiras pela população como: recreação de contato primário; pesca artesanal; lazer; corrida esportiva; dentre outros.

As praias selecionadas estão em destaque na carta imagem (Figura 2), que foi construída por meio do Programa Surf®, e suas posições cartográficas estão definidas na Tabela 2; sendo, na Ilha do Governador (Figura 3): a praia da Bica [BI], localização no Sistema Global de Posicionamento (SGP) pelo aparelho GPS, entre as coordenadas 684960 L – 7475411 N; a praia da Ponta do Tubiacanga [TU], localização pelo aparelho GPS entre as coordenadas 681605 L – 7479277 N [Figuras 4 e 5]. E na Ilha de Paquetá (Figura 6): a praia José Bonifácio [JB], localização pelo aparelho GPS entre as coordenadas 694037 L – 7481626 N e a praia dos Tamoios [TA], localização pelo aparelho GPS entre as coordenadas 694266 L – 7482378 N [Figura 6]. Os ecossistemas escolhidos estão dentro das Zonas I e III, definidas no trabalho de Egler et al. (2003) e possuem relação com as zonas II, IV e V (Figura 1).

A Ilha do Governador está localizada na zona I, no quadrante 5, e a Praia da Ponta do Tubiacanga, ao norte da ilha, onde existe dificuldade da circulação das águas pelo estrangulamento causado pela Ilha do Governador com o ponto de entrada da Baía. A Praia da Bica fica a sudoeste da Ilha do Governador e esta voltada para a área da zona II (quadrantes 8 e 9) e a praia da Ponta do Tubiacanga está a noroeste, voltada para a zona V (quadrantes 1 e 2).

A orla norte da Ilha do Governador é a que mais sofre os efeitos da poluição hídrica, produzida no continente da Baía de Guanabara, pois está voltada para área de zona industrial de Duque de Caxias.

A Ilha de Paquetá está localizada na zona III (quadrante 6) na posição do extremo nordeste do canal central da Baía. Suas praias têm situação menos complexa em relação à problemática ambiental, por esta próxima à Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim. A Praia dos Tamoios está a nordeste, voltada para o quadrante 7 da zona III; e está voltada para zona IV no quadrante 3, enquanto que a Praia José Bonifácio está na porção central ao norte, voltada para zona V no quadrante 2 e seus dados poderão corroborar com os que serão encontrados no quadrante 5 da zona I das praias da Ilha do Governador (Figura 1).

Desse modo, os locais escolhidos estavam de modo a ser representativo de todo ecossistema da Baía de Guanabara.



Figura 2 – Carta imagem da área de estudo (Programa Surfer, imagens Ikonos).

Tabela 2 - Coordenada Geográfica Plana dos Pontos de Coleta, dados representados em unidade de UTM (Universal Transversa de Mercator), apontado no GPS, em negrito os limites das praias.

Praias	Portos	Leste (L)	Norte (N)
José Bonifácio	1,3,6	694037	7481320
	4,7	694004	7481570
	2,5,8	693976	7481626
Tambois	9,11,14	694266	7481853
	12	694216	7482008
	15	694212	7482024
	10,13,16	694354	7482378
Tubiacanga	33	681605	7479238
	26, 27, 28,29	681640	7479215
	30	681623	7479240
	31,32	681795	7479277
Bica	1, 6, 7, 8, 9, 10, 2	684960	7475408
	16, 17, 18, 19, 20	684999	7475424
	3	685203	7475403
	4, 11, 12, 13, 14, 15, 5	685230	7475408
	21, 22, 23, 24, 25	685048	7475411



Figura 3 – Carta imagem da Ilha do Governador (RJ/Brasil), com destaque para a praia da Bica e da Ponta do Tubiacanga.



Figura 4 – Carta imagem da praia da Bica (Ilha do Governador, Rio de Janeiro/RJ-Brasil), com destaque da localização de alguns pontos de coleta.

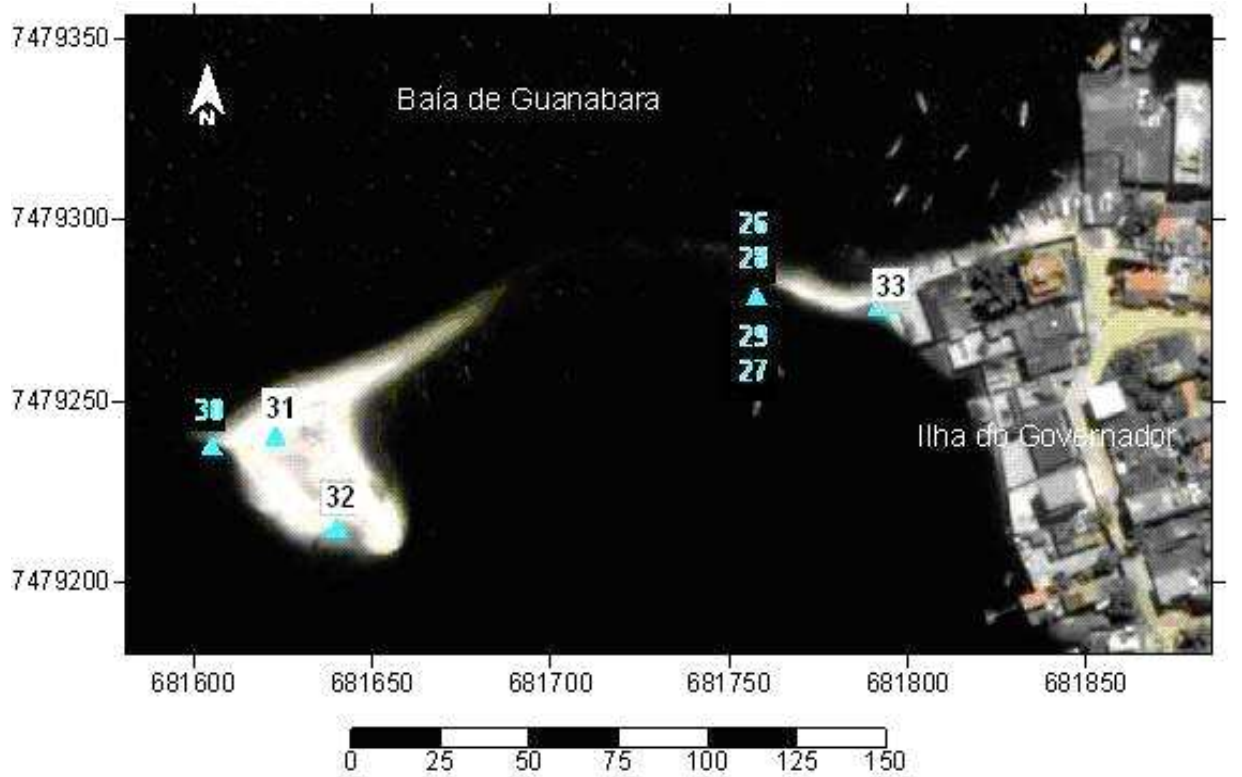


Figura 5 – Carta imagem da praia da Ponta do Tubiacanga (Ilha do Governador, Rio de Janeiro/RJ-Brasil), com destaque da localização dos pontos de coleta.

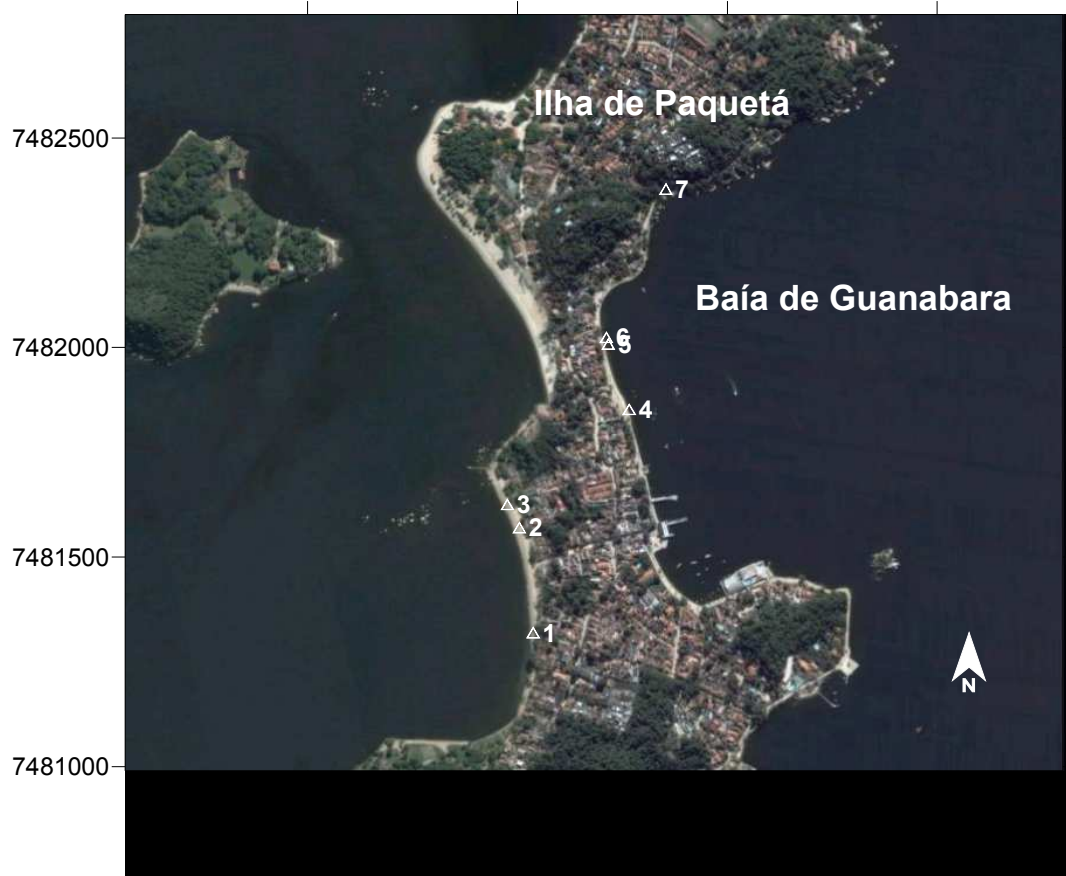


Figura 6 – Carta imagem da praia dos Tamoios (Nordeste) e na de José Bonifácio (Noroeste) na Ilha de Paquetá (Rio de Janeiro/RJ-Brasil), com destaque da localização dos pontos de coleta.

3.2 Registro das amostras

Os dados primários foram registrados em ficha de coleta, usada em campo (Anexo II), que contemplava os seguintes dados: presença de banhistas, animais, resíduos sólidos, estação do ano, dia, horário de início e término da coleta, leitura de dados colimétricos feitos em laboratório, leveduras, pH, coordenadas do GPS, espaço de observações; registro dos fatores ambientais, dados de umidade relativa do ar da temperatura que eram transcritos do site (<http://www.inpe.br>), com data e hora de acesso.

Todas as fichas constavam de um único caderno de registro de dados primários de campo e de laboratório.

3.3 Período das coletas de amostras

As coletas tiveram início em 24 de junho de 2008, nas praias da Ilha de Paquetá, no período do inverno, e foram até 16 de junho de 2009 nas praias da Ilha do Governador, no período do outono. Foram realizadas entre 9 e 11h da manhã, sendo acompanhados os dados do nível de maré e avaliado o potencial efeito da sazonalidade da maré e da estação do ano na qualidade microbiológica das areias.

Foi planejada a realização de 16 campanhas de amostragem no total, com quatro campanhas realizadas por estação do ano, em duas praias por vez de coleta. Praia da Bica e do Tubiacanga na Ilha do Governador no mesmo dia, da mesma semana, e Praias de José Bonifácio e dos Tamoios na Ilha de Paquetá no mesmo dia, da mesma semana. Sendo feita uma região por semana, devido ao tempo necessário para processamento do grande número de amostras em laboratório. Na Tabela 3, estão apresentados os dias de coleta de cada campanha realizada.

Foram realizadas 572 coletas de amostras de areia e 170, de amostras de água das praias, totalizando 742 amostras coletadas nesse período de estudo (Tabela 4). Vale destacar que no período da terceira campanha do inverno, ocorreu um desvio das membranas que seriam utilizadas no trabalho, em função disso, não foi possível a realização do processamento de todas as amostras para as análises colimétricas (Tabela 5).

Somente nas terceiras e quartas coletas foram processadas o material para análises de fungos (Tabela 6).

Tabela 3 - Períodos das Coletas na Ilha do Governador (A) e na Ilha de Paquetá (B)

Sequência	Data				Estação do Ano	
	A		B			
	BI	TU	JB	TA	Campanha	
1X	01/07/08		24/06/08		1X	Inverno
2X	15/07/08		22/07/08		2X	Inverno
3X	05/08/08		12/08/08		3X	Inverno
4X	26/08/08		02/09/08		4X	Inverno
5X	23/09/08		30/09/08		1X	Primavera
6X	14/10/08		21/10/08		2X	Primavera
7X	04/11/08		11/11/08		3X	Primavera
8X	02/12/08		09/12/08		4X	Primavera
9X	05/01/09		03/02/09		1X	Verão
10X	10/02/09		17/02/09		2X	Verão
11X	02/03/09		04/03/09		3X	Verão
12X	17/03/09		10/03/09		4X	Verão
13X	07/04/09		31/03/09		1X	Outono
14X	05/05/09		28/04/09		2X	Outono
15X	26/05/09		19/05/09		3X	Outono
16X	16/06/09		08/06/09		4X	Outono

Praia da Bica (BI); Praia do Tubiacanga (TU); Praia José Bonifácio (JB); Praia dos Tamoios (TA).

Tabela 4 – Número de coletas de amostra por período. areia seca (AS), areia úmida (AU) e água

	Inverno				Primavera				Verão				Outono				Total	
	1 Estação				2 Estação				3 Estação				4 Estação					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Campanhas																		
Praias Matrizes																		
BI	AS = 10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3	10	10	10	10	10	153
	AU = 10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2	10	10	10	10	10	152
	ÁGUA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	77
TU	AS = 3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	42
	AU = 3	3	3	3	3	-	3	2	3	3	3	1	3	3	3	2	3	41
	ÁGUA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	31
JB	AS = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	AU = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	ÁGUA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	31
TA	AS = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	AU = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	ÁGUA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	31
Total		49	49	49	49	44	49	46	49	49	49	16	49	49	49	48	49	742

Praia da Bica (BI); Praia do Tubiacanga (TU); Praia José Bonifácio (JB); Praia dos Tamoios (TA).

Tabela 5 – Total de amostras processadas para análises colimétricas

		Inverno				Primavera				Verão				Outono				Total
		1 Estação				2 Estação				3 Estação				4 Estação				
Campanhas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Praias Matrizes																		
BI	AS = 10	10	10	-	10	10	10	10	10	10	10	3	10	10	10	10	10	143
	AJ = 10	10	10	-	10	10	10	10	10	10	10	2	10	10	10	10	10	142
	ÁGUA	5	5	-	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	72
TU	AS = 3	3	3	-	3	1	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	39
	AJ = 3	3	3	-	3	-	3	2	3	3	3	1	3	3	3	2	3	38
	ÁGUA	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	29
JB	AS = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	AJ = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	ÁGUA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	31
TA	AS = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	AJ = 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	46
	ÁGUA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	31
Total		49	49	49	49	44	49	46	49	49	49	16	49	49	49	48	49	709

Praia da Bica (BI); Praia do Tubiacanga (TU); Praia José Bonifácio (JB); Praia dos Tamoios (TA).

Tabela 6 – Total de amostras processadas para análises micológicas

		Inverno		Primavera		Verão		Outono		Total
		1 Estação		2 Estação		3 Estação		4 Estação		
Campanhas		3	4	3	4	3	4	3	4	
Praias Matrizes										
BI	AS = 10	10	10	10	10	3	10	10	10	73
	AJ = 10	10	10	10	10	2	10	10	10	72
	ÁGUA	5	5	5	5	2	5	5	5	37
TU	AS = 3	3	3	1	3	1	3	3	3	20
	AJ = 3	3	3	2	3	1	3	2	3	20
	ÁGUA	2	2	2	2	1	2	2	2	15
JB	AS = 3	3	3	3	3	1	3	3	3	22
	AJ = 3	3	3	3	3	1	3	3	3	22
	ÁGUA	2	2	2	2	1	2	2	2	15
TA	AS = 3	3	3	3	3	1	3	3	3	22
	AJ = 3	3	3	3	3	1	3	3	3	22
	ÁGUA	2	2	2	2	1	2	2	2	15
Total		49	49	46	49	16	49	48	49	355

3.4 Plano de amostragem

O plano de amostragem procurou levar em consideração a área de cobertura de areia das praias escolhidas, que possuem formas e áreas de cobertura de areia diferente. Em função disso foi realizado um estudo inicial na praia de maior extensão e de maior cobertura de areia. Com o objetivo de determinar o número de amostras a serem coletadas que pudessem ser processadas no mesmo dia em laboratório, foi estabelecida uma metodologia que considerasse a cobertura total de areia do local utilizado como área de recreação, que poderia ser uma praia, um estreito de areia; um parquinho de recreação infantil; um campo de futebol, etc.

A área escolhida para a determinação desse piloto foi à praia da Bica na Ilha do Governador – RJ que possui a maior extensão em comprimento dentre as praias que participaram do estudo; essa praia geralmente possui 1 km de extensão em comprimento, por 30 m de extensão da calçada até a linha de água (variando segundo a maré), sendo estimado como área total de cobertura de areia 30.000 m². Para essa estimativa foi considerado as imagens obtidas por satélite utilizando o Programa do Google Earth, através do recurso “régua” que o programa oferece, as imagens obtidas foram coletadas em 12/02/08, correspondentes ao período do verão e em 24/06/08 correspondente ao período do inverno (Figura 7).

Foi proposto para o piloto a metodologia envolvendo a demarcação de duas áreas retangulares de 300 m² separadas por 1 km de extensão em comprimento de forma equidistante na extensão da praia. Elas foram demarcadas com o auxílio de uma trena, partindo de 10 m da linha da água para faixa de areia seca (Figura 8). Sendo então considerada para a definição do número de coletas de amostras nas outras praias a proporcionalidade de suas áreas com relação à área de cobertura da praia da Bica. E utilizado o modelo estatístico de Cochran (2006) para definição do N amostral que foi realizado no trabalho.

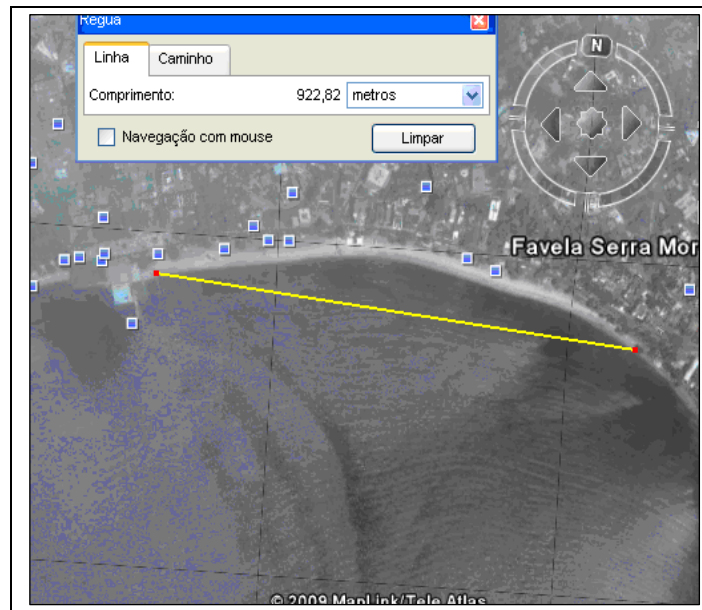


Figura 7 – Imagens obtidas pelo programa Google Earth, com utilização do recurso “régua”, para estimativa da área de cobertura de areia da praia da Bica.

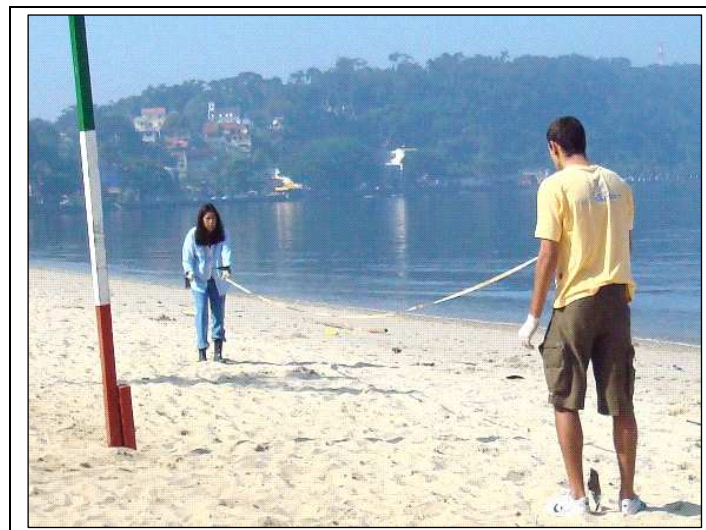


Figura 8 – Imagem ilustrativa da demarcação do quadrante de coleta de amostra, na faixa de areia seca da praia da Bica.

O plano de amostragem foi idealizado para cobrir o período de um ano de estudos nas análises de *E.coli*, coliformes totais e fungos nas matrizes (areia seca, areia

úmida e água) das quatro praias selecionadas. Sendo as coletas realizadas nas quatro estações do ano, sendo quatro coletas por estação, sendo o número de coletas multiplicado por 16. Consideramos o número de 400 amostras no total para a praia da Bica. Este número foi obtido considerando-se a fórmula abaixo Cochran (2006), com “sucesso”, definido como “amostra aceitável”, isto é dentro dos limites estabelecidos ($<1,85\text{UFC/g}$ para *E.coli* e $< 138,44\text{ UFC/g}$ para coliformes total. Para uma proporção de sucessos de 35% ou 60%, e um erro de 5% ($\epsilon=0,05$), $z = 1,96$ desta forma obtivemos o número acima. Temos que, $400/16=25$. Estruturamos a estratificação para as matrizes da seguinte forma: $25=10+10+5$, onde 10 amostras para areia seca, 10 para areia úmida e 5 para água. O número de $8=3+3+2$, isto é, 3 de areia seca, 3 de areia úmida e duas de água, para as outras 3 praias [Tubiacanga] (1900 m^2), José Bonifácio (7800m^2) e Tamoios (892m^2) obtivemos por proporcionalidade, arredondando para obter este desenho.

$N = z_{\alpha/2} \cdot p \cdot q / \epsilon^2$, onde N = tamanho da amostra p = proporção de sucessos = proporção de valores aceitáveis (faixa aceitável), q = proporção de fracassos = proporção de valores na faixa não aceitável (fora dos limites estabelecidos), $z_{\alpha/2}$ = quartil da distribuição normal correspondente a $\alpha/2$ ($= 0.05$) $= z_{0.05} = 1.96$ ϵ = erro de proporção considerado = 0.05 (5%)

O plano amostral foi superdimensionado, levamos em consideração que poderia ocorrer algumas perdas no plano, por isso consideramos a necessidade de aumentar a precisão do estudo. Sendo feito em três estágios: (1) a escolha das praias baseada no trabalho de Egler et al. (2003), de modo que fossem representativas as diferentes regiões da Baía de Guanabara; (2) o cálculo de proporcionalidade linear com a área de cobertura de areia e a extensão da praia, em que a soma das áreas reservada para coleta das amostras corresponderam a 2% do total da área de cobertura da praia; (3) a seleção dos pontos de coletas das diferentes matrizes de areia seca, areia úmida e água, com disposição pré-definida, de modo a serem tomadas coletas sempre nos mesmos pontos.

3.5 Método de coleta

Todas as amostras foram coletadas utilizando técnicas assépticas, boas práticas de laboratório e de biossegurança para evitar a contaminação biológica e exógena das amostras e prevenir a contaminação da equipe envolvida na coleta, segundo os procedimentos descritos por Grasshoff et al. (1999). Foram utilizados frascos plásticos estéreis com capacidade de 50 mL para a coleta colimétrica de amostras de água e de sedimentos de areia, tampados com folhas de papel alumínio também estéreis. As amostras de água foram coletadas a 15 cm da superfície da água, a uma distância média de meio metro do local da quebra d'água, sendo transferida assim que coletadas para garrafas previamente estéreis, pesadas e hermeticamente fechadas, INEA em 2010.

Em cada campanha de coleta foram coletadas 33 amostras na Ilha do Governador (7 de água, 13 de areia úmida e 13 de areia seca) e 16 na Ilha de Paquetá (4 de água, 6 de areia úmida e 6 de areia seca). Sendo em média quando coletado o volume fixo de 50 mL, uma massa de areia seca de 62 g ($\pm 8,74$), e a de areia úmida de 78 g ($\pm 5,33$), sendo que para cada ponto de amostra esta massa (g) foi verificada e considerada nos cálculos para determinação da contaminação por grama de areia. A massa do volume de 50 mL de água coletado também foi verificada, para uma estimativa da quantidade de partículas sólidas presentes, sempre neste volume. Contudo para o cálculo da contaminação determinado por mL essa massa não foi considerada, sendo esta em média de 52g (± 33).

No total de amostras coletadas de água foram 72 na praia da Bica; 29 na praia da Ponta do Tubiacanga; 31 na praia de José Bonifácio e de igual número na praia de Tamoios perfazendo um total de 163 amostras de água. O material correspondente a areia foi coletada na profundidade de 15 cm (± 5), sendo que neste trabalho tiveram dois tipos de matrizes de areia: areia úmida (AU) e areia seca (AS), no total de amostras de areia 285 coletas foram feitas na praia da Bica, 77 em Tubiacanga; 92 na praia de José Bonifácio e na praia de Tamoios, totalizando 546 amostras de areia. Participando do trabalho 709 amostras entre água, areia úmida e areia seca ao longo de dezesseis campanhas nas quatro praias pertencentes ao estudo.

As coletas na Praia da Bica, que possui geralmente faixa de areia em torno de 1 Km de extensão, foram feitas em dois quadrantes delineados em áreas retangulares de 300 m² (Figura 9 – Painel A) com aproximadamente 300 m de distância um do outro. A praia da Ponta do Tubiacanga que se constitui por um estreito de faixa de areia, possui

geralmente dois lados de faixas de areia de 0,8 km de extensão, sendo estimada como tendo 1900 m² de área de cobertura de areia, contudo dependendo das condições de maré, este estreito desaparece em alguns períodos do ano, ficando apenas uma estreita faixa próxima a margem do paredão que dá divisória com um restaurante clandestinamente construído no local (Figura 9 - Painel B).

A praia de Tamoios possui aproximadamente 0,4 Km de extensão e totaliza 892 m² de área de cobertura de areia, e a de José Bonifácio possui aproximadamente 0,39 Km de extensão e aproximadamente 7.800 m² de área de cobertura de areia, foram coletadas amostras em pontos equidistantes ao longo da extensão dessas praias (Figura 9 - Painéis C e D). Os pontos coletados foram marcados através de aparelho que utiliza o Sistema de Posicionamento Global (GPS, do inglês: Global Positioning System), marca Garmin, modelo Etrex, Corp 1999 – 2002, e também foram tomados registros de marcos locais como: posicionamento de ruas, números de casas e de quiosques, árvores, rochas, entre outros que chamavam a atenção e caracterizavam onde estavam localizados os pontos de coleta, de modo que fossem rapidamente localizados. Na praia da Bica, o quadrante I ficava em frente ao quiosque Piratas, que é o quarto quiosque; o quadrante II em frente ao quiosque Doctor Sax, que é o sexto quiosque, em frente a Casa Brahma-Vidya. O primeiro ponto de coleta (número 1) na praia José Bonifácio se iniciava em frente à Rua Dr. Lacerda e o último em frente à Rua Manoel Macedo. Na Praia dos Tamoios que possui faixa descontínua de areia, o primeiro ponto de coleta (número 9, 11 e 14) se iniciava em frente à Rua Maestro Anacleto, número 12 e 15 em frente à casa nº 465, e os próximos pontos 10,13 e 16 em frente a casa 295.

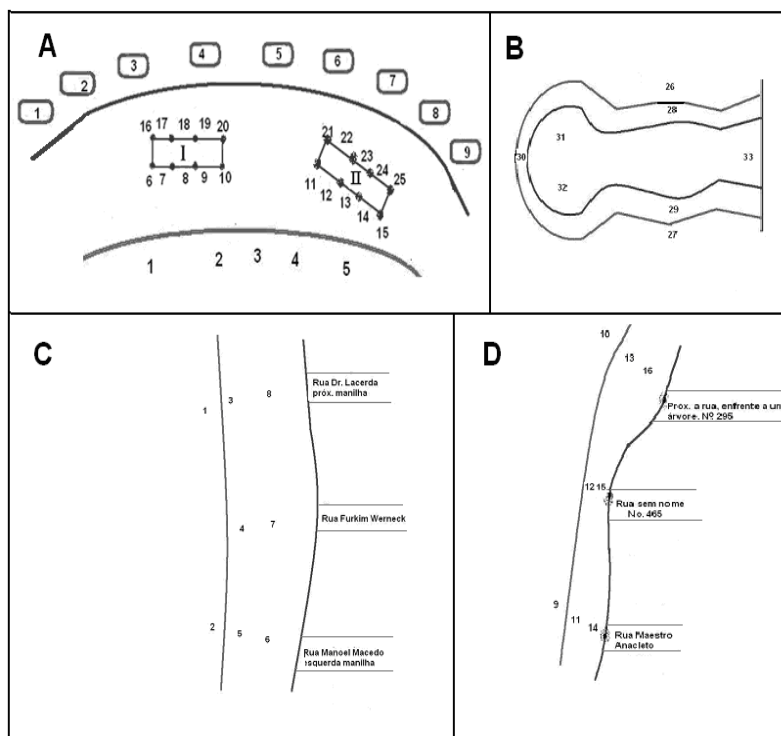


Figura 9- Esquemas explicativos dos pontos de coleta. Painel A – praia da Bica (BI); Painel B – Praia do Tubiacanga (TU); Painel C – Praia José Bonifácio (JB); Painel D – Praia dos Tamoios (TA).

3.6 Processamento laboratorial das amostras

As amostras foram processadas em até 24 horas após a coleta, sendo as amostras de areia retiradas do frasco plástico com auxílio de uma espátula estéril, e em condições de assepsia foram transferidas para Erlemeyrs de 500 mL previamente esterilizados e pesados, após a transferência foram re-pesados para determinação da massa em gramas de amostras, sendo então submetidas a uma diluição inicial em 200 mL de água fosfatada (1,25 mL/L de Solução estoque A (fosfato monopotássico 34g/L) e 5,0 mL/L de solução estoque B (cloreto de magnésio p.a 81 g/L), pH final $7,2 \pm 0,1$; esterilizar a 121°C , sendo mantido nesta solução por 30 minutos, com agitação manual de 10 minutos de intervalo. Na seqüência, uma alíquota de 10 mL desta primeira diluição foi transferida para frasco contendo 90 mL de água fosfatada, compondo a segunda diluição em série; e desta foi transferida 10 mL para outro frasco contendo 90 mL de água fosfatada, compondo a terceira diluição em série.

As amostras de água chegavam dentro das garrafas após pesadas eram vigorosamente homogeneizadas e em seguida feita diluições seriadas de 10^{-1} e de 10^{-2} com a transferência de 10 mL da amostra para 90 mL de água fosfatada esterilizada.

As amostras foram submetidas às análises por técnicas Microbiológicas, conforme a seguir:

3.6.1 Análise bacteriológica

A metodologia utilizada para análise e isolamento dos microrganismos de coliformes totais e *Escherichia coli* foi feita conforme descrito no Manual da Merck em 2000, utilizando o meio de cultura cromogênico indicador Chromocult® Coliform Agar (Cat. No. 1.10426.0100/500 Merck), sendo utilizado o método da Membrana Filtrante descrito em Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater (EATON et al., 2005), utilizando membrana de éster de celulose estéreis da Millipore®, branca ou quadriculada com porosidade e diâmetro de 0,45 μm e 47 mm, respectivamente. Sendo 10 mL das amostras diluídas ou não de água e areia filtradas com auxílio do aparato de suporte estéril (Figura 10), com a retenção dos microorganismos presentes na amostra, sendo colocada à membrana obtida sobre o meio de cultura cromogênico indicador em uma placa de Petri, evitando a formação de bolhas de ar entre a membrana e o meio (MAIER et al., 2003), e posterior incubação à temperatura de 37° C durante 24 h, fornecendo contagem direta de bactérias baseado no surgimento de colônias na superfície da membrana, com auxílio de um contador de colônias (Figura 11).



Figura 10 - Foto do aparato utilizado para filtração das amostras em membrana Millipore®.

3.6.1.1 Isolamento das bactérias da amostra

O isolamento das bactérias crescidas como colônias isoladas após método da membrana filtrante, APHA em 2005 foi feito com auxílio de agulha de platina ou palito estéril, sendo transferida a colônia para caldo EC, após crescimento (GRONEWOLD e WOLPERT, 2008) à 37°C por 24 h, uma alíquota de 0,9 mL era transferida para microtubo, sendo mantida a 4% em glicerol a -20°C, para preservação em coleção de cultura.

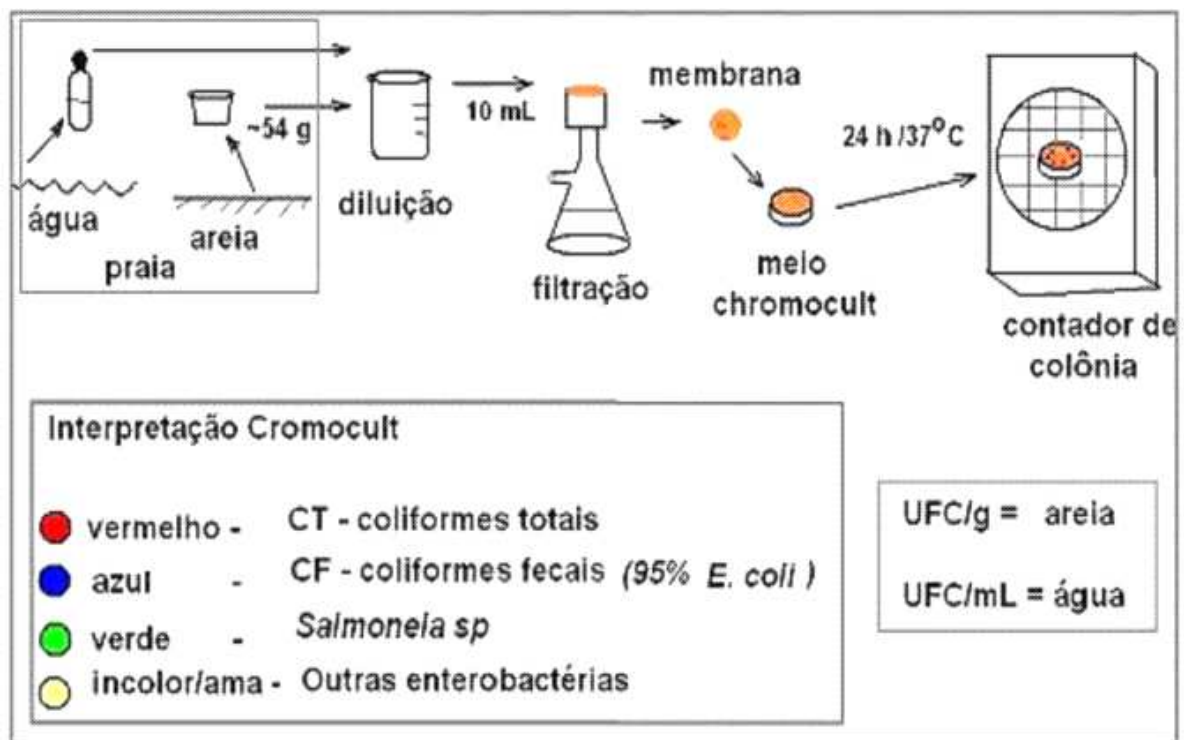


Figura 11 – Esquema ilustrativo da seqüência metodológica das análises bacteriológica utilizada no estudo, com a interpretação feita a partir do crescimento no meio Chromocult® da Merck para as análises colimétricas.

3.6.1.2 Leitura das placas para análises colimétricas

Na leitura das placas foram considerados que o meio de cultura cromogênico Chromocult® da Merck combina substratos específicos que diferencia as colônias pela coloração, os coliformes totais, com exceção a espécie *Escherichia coli*, formam colônias com aspecto salmão/avermelhado; a espécie *Escherichia coli* formam colônias com aspecto azul/violeta; as colônias de *Salmonella sp* formam colônias com aspecto esverdeadas, enquanto as outras Enterobactérias formam colônias incolores (Figura 11).

Os dados da contagem das colônias presumíveis de serem coliformes totais e *Escherichia coli* foram inseridos em planilha de Excell e foram considerados a massa em grama de areia e o volume em mL de onde foram obtidas as amostras, sendo consideradas as respectivas diluições nas fórmulas.

Os valores resultados foram expressos para as análises de areia em unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de amostra e para as análises de água em

UFC/mL, sendo feita então a análise de correlação dos valores encontrados em UFC com os de “números mais prováveis” (NMP), assumiu-se a correlação baseado nos dados do trabalho de Gronewold e Wolpert (2008), como sendo os valores expressos em NMP 2,167 vezes maior do que os expressos em UFC.

A avaliação das condições sanitárias das águas e de areia baseou-se para *E.coli*, na Resolução nº 274/00 da CONAMA e para areia as Resoluções nº 081 e 468 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), de 28 de dezembro de 2000 e 28 de janeiro de 2010, respectivamente (Tabelas 7, 8 e 9), foram feitas as correlações e modificações das tabelas baseadas, também, nos dados desses autores, para comparação com os valores encontrados durante o trabalho que foram em UFC (Tabelas 10, 11 e 12).

Tabela 7 – Tabela original extraídas da Resolução 274/00 do CONAMA, valores em NMP/100 mL de água

Classificação	CF(termotolerante)	<i>E.coli</i>	Enterococos
Excelente	250	200	25
Muito Boa	500	400	50
Satisfatória	1000	800	100
Imprópria	2500	2000	400

Tabela 8 – Tabela original extraídas da Resolução 081/00 da SMAC, valores em NMP/100g de areia

Classificação	coliformes totais	<i>E.coli</i>
Excelente	0 a 10.000	0 a 10
Muito Boa	>10.000 a 20.000	11 a 200
Satisfatória	> 20.000 a 30.000	201 a 400
Imprópria	> 30.000	> 400

Tabela 9 – Tabela original extraída da Resolução 468/10 da SMAC, valores em NMP/100g de areia

Classificação	coliformes totais	<i>E. coli</i>
Excelente	0 a 10.000	0 a 40
Muito Boa	>10.000 a 20.000	41 a 400
Satisfatória	> 20.000 a 30.000	401 a 3.800
Imprópria	> 30.000	> 3.800

Tabela 10 – Tabela modificada da Resolução 274/00 do CONAMA, dados expressos em UFC/mL

Classificação	CF(termotolerante)	<i>E. coli</i>	Enterococos
Excelente	1,15	0,92	0,11
Muito Boa	2,31	1,84	0,23
Satisfatória	4,61	3,69	0,46
Imprópria	11,54	9,22	1,84

Modificada baseada nos dados do trabalho apresentado por Gronewold e Wolpert (2008)

Tabela 11– Tabela modificada da Resolução 081/00 SMAC, dados expressos em UFC/g

Classificação	coliformes totais	<i>E. coli</i>
Ótima	0 a 46,14	0 a 0,04
Boa	46,15 a 92,29	0,05 a 0,92
Regular	92,30 a 138,44	0,93 a 1,85
Não recomendada	> 138,44	> 1,85

Modificada baseada nos dados do trabalho apresentado por Gronewold e Wolpert (2008)

Tabela 12 – Tabela modificada da Resolução 468/10 da SMAC, dados expressos em UFC/g.

Classificação	coliformes totais	<i>E. coli</i>
Ótima	0 a 46,14	0 a 0,18
Boa	46,15 a 92,29	0,19 a 1,85
Regular	92,30 a 138,44	1,86 a 17,54
Não recomendada	> 138,44	> 17,54

Modificada baseada nos dados do trabalho apresentado por Gronewold e Wolpert (2008)

3.6.1.3 Dados para cálculo das análises colimétricas

Foram consideradas as médias aritméticas obtidas em cada campanha de coleta para os parâmetros coliforme total e *Escherichia coli*, para cada matriz (água, areia seca e areia úmida) e por estação do ano; sendo gerado quatro médias por matriz.

Desta forma, para o inverno, foram consideradas 12 médias para cada praia. Somando no total 48 médias por estação nas quatro praias, isso também foi feito para as demais estações do ano: primavera, verão e outono (48 médias), totalizando 192 médias (Tabela 13).

Tabela 13 – Número de média totais dos dados colimétricos considerados na avaliação do risco, por praias e por estações.

Campanhas	Inverno 1 Estação				Primavera 2 Estação				Verão 3 Estação				Outono 4 Estação				Total
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Praias Matrizes																	
BI AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
AU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ÁGUA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
TU AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
AU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ÁGUA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
JB AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
AU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ÁGUA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
TA AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
AU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ÁGUA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Total	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	192

Praia da Bica (BI); Praia do Tubiacanga (TU); Praia José Bonifácio (JB); Praia dos Tamoios (TA).

3.6.2 Análise micológica

As análises de fungos foram realizadas nas duas últimas campanhas de cada estação, ou seja, somente na terceira e na quarta campanha foram feitas as análises micológicas, devido à falta de tempo hábil para o processamento laboratorial de um grande número de amostras de fungos, juntamente com as de análises colimétricas.

Em condições assépticas foi retirada uma alíquota de 0,1 mL do líquido resultante da diluição inicial de areia e água, sendo semeado até esgotamento em placa de Petri contendo Sabouraud Dextrose Agar (SDA) com cloranfenicol (100 mg/L, com auxílio de alça de Drigalski, (KONEMAN e ALLEN, 2006). Logo após as placas foram incubadas em temperatura ambiente por um período de 5 a 7 dias. Sendo feita a leitura em 24 e 48 horas após incubação, seguido do isolamento de leveduras em 24 h para meio (SDA) contendo cloranfenicol, que após crescimento foram encaminhadas ao

laboratório da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) para identificação das colônias pertencentes ao gênero *Candida*, por crescimento em meio cromogênico seletivo CHROMagar Candida®. As placas foram observadas diariamente até o início do aparecimento dos fungos filamentosos, sendo feita a contagem dos diferentes fenótipos, conforme metodologia proposta neste trabalho, em 12 fenótipos: levedura branca opaca ou amarela crescida em 24 horas (L24h); levedura laranja colônia redonda (LCR); Laranja Espreada Algodonosa – LEA; Negra com borda branca (NBB); Branca Espreada Algodonosa (BEA); Verde-Azulada Filamentosa Borda Branca (VBB); Negra filamentosa Algodonosa (NFA); Amarela Redonda (AR); Branca pequena (Bpeq); Branca Espreada Cristal (BEC); Branca esfumaçada (BE); Marrom algodonosa (MA).

Vale ressaltar que não foi realizada pesquisa de fungos durante os estudos que compuseram a fase de monitoramento feita pela SMAC (Boukai, 2005). Além disso, a nova Resolução SMAC 468/10 ainda não estabelece indicadores e respectivos limites para esse tipo de microorganismos (fungos).

Foi isolado pelo menos um representante de cada fenótipo de fungo filamentoso em meio inclinado Agar Sabouraud Dextrose contendo 100 mg/L de cloranfenicol. Após 5 dias de crescimento foram encaminhados para o Laboratório de Coleção de Referência no Instituto Oswaldo Cruz (IOC), Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos, sobre a responsabilidade da curadora de Coleção Dra Maria Inês de Moura Sarquis onde foram feitas seleções da pureza da colônia isolada e viabilidade, seguindo para a identificação apenas um grupo de maior diversidade, apenas um grupo de cepas com as mesmas características seguiram na identificação.

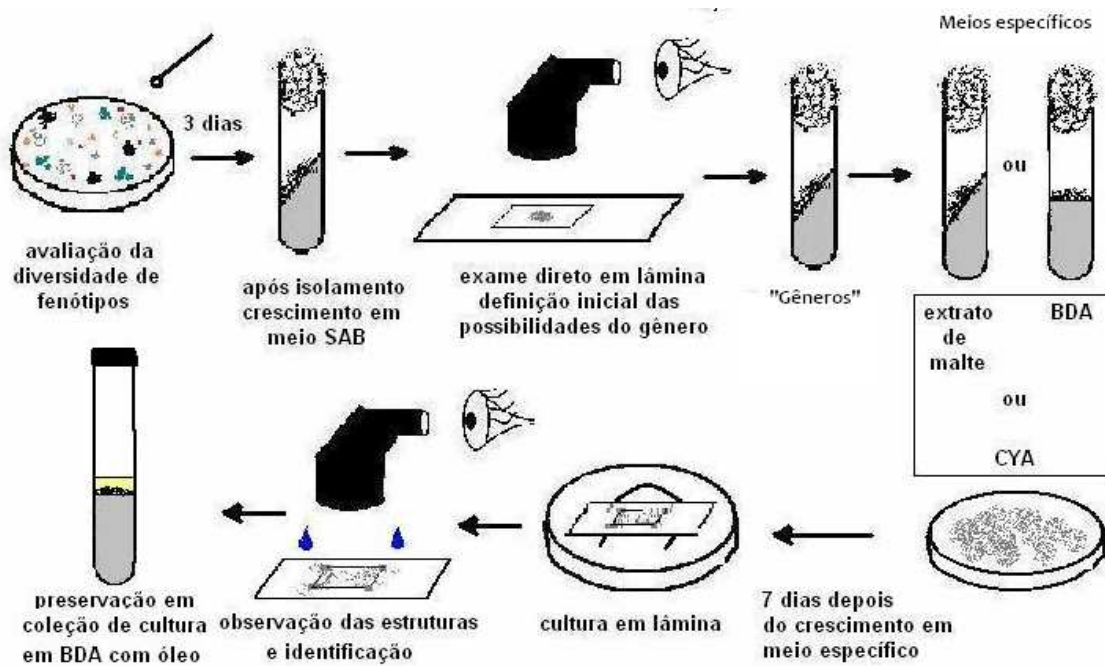


Figura 12 — Esquema ilustrativo da seqüência metodológica para identificação de Fungos Filamentosos neste estudo.

3.6.2.1 Definição de valores limites para fungos

3.6.2.1.1 Areia

Foram considerados os fenótipos “Negra com Borda Branca” (NBB) e “Levedura Branca Opaca ou Amarela em 24 horas” (L24h) como os de maior importância em saúde pública, pois do grupo fenótipo NBB, 70% das cepas identificadas eram pertencentes ao gênero *Aspergillus*, e do grupo de cepas de fenótipo L24h 83% das cepas pertenciam ao gênero *Candida*. A unidade para o fungo filamentoso de fenótipo NBB, como para os demais fungos filamentosos foram determinados em Unidade de Crescimento de Biomassa (UCB), conforme sugerido por Espósito e Azevedo (2004), enquanto que para o fenótipo de fungos leveduriformes, como L24h e LCR, a unidade foi Unidade Formadora de Colônia (UFC).

Sendo consideradas apenas as campanhas em que se foi observado corroboração entre as características de se ter dados positivos entre as médias das análises para areia seca e areia úmida simultaneamente nas análises dos parâmetros de *E. coli*, assim como ocorria para os dados de fungos. Desta forma, foram consideradas apenas as campanhas que tinham dados para areia seca e areia úmida simultaneamente,

sendo desprezado na avaliação quando se tinha apenas dados para uma dessas matrizes e ausência na outra.

Para o grupo considerado, foi realizada correlação de Pearson entre: os dados para *E. coli* e para o fenótipo NBB em areia seca; os dados de *E. coli* e para o fenótipo NBB em areia úmida; os dados de *E. coli* areia seca e *E. coli* areia úmida.

Foram considerados, na correlação entre a unidade NMP e UFC de *E. coli*, os dados do trabalho apresentado por Gronewold e Wolpert (2008), sendo então considerado como limite da EPA (1986) em UFC o valor de 2,35 por mililitro. Este valor limite foi definido para água baseado em dados epidemiológicos, e foi usado neste trabalho considerando a correlação entre 1 grama e 1 mililitro.

Sendo considerada também a média dos dados das análises colimétricas para *E. coli* (em UFC/g) apenas das campanhas correlatas, com o valor de correlação de Pearson (r) significativo entre *E. coli* e NBB em areia seca, e assim, foi definido o número de vezes que a média de *E. coli* era maior que o valor limite de 2,35 UFC/g.

Para a definição dos limites apresentado neste trabalho foram considerados as médias dos valores considerados para fungos divididos pelo valor o número de vezes que a média de *E. coli* era maior que o valor limite de 2,35 UFC/g. Sendo estipulado quatro faixas de classificação: a primeira de zero até o valor considerando o menor desvio padrão (própria para recreação = excelente); a segunda com valor até o valor do limite definido (própria para recreação, com baixo risco = boa); a terceira até o valor considerando o maior desvio padrão (não recomendada para recreação, com risco médio = imprópria); e a quarta acima deste valor máximo da faixa anterior (não recomendada para recreação, com risco alto = imprópria).

3.6.2.1.2 Água

Foram considerados os fenótipos “Negra com Borda Branca” (NBB) e “Levedura Branca Opaca ou Amarela em 24 horas” (L24h) como os de maior importância em saúde pública, e também o grupo de fenótipo denominado Fungos Totais (FT).

Sendo consideradas apenas as campanhas em que se foi observado corroboração entre os dados de fungos com os das análises dos parâmetros *E. coli*, apenas das campanhas correlatas, e definidos o número de vezes que a média de *E. coli* era maior

que o valor limite definido pela CONAMA 274 em 2000 para água de áreas de recreação.

Para o grupo considerado, foi realizada correlação de Pearson entre: os dados para *E. coli* e para com os diferentes fenótipos de fungos (NBB; L24h e FT).

Foram considerados, na correlação entre a unidade NMP e UFC de *E. coli*, os dados do trabalho apresentado por Gronewold e Wolpert (2008), sendo então considerado como limite da CONAMA 274 em 2000 em UFC o valor de 9,22 por mililitro.

Para definição do limite padrão apresentado neste trabalho foram consideradas as médias dos valores considerados para fungos divididas pelo valor do número de vezes que a média de *E. coli* era maior que o valor limite de 9,22 UFC/mL, definido pela CONAMA. Sendo estipulado quatro faixas de classificação: a primeira de zero até o valor considerando o menor desvio padrão (própria para recreação = excelente); a segunda com valor até o valor do limite definido (própria para recreação, com baixo risco = boa); a terceira até o valor considerando o maior desvio padrão (não recomendada para recreação, com risco médio = imprópria); e a quarta acima deste valor máximo da faixa anterior (não recomendada para recreação, com risco alto = imprópria).

3.6.2.2 Identificação de fungo filamentoso

A colônia selecionada foi submetida ao exame microscópico, para o qual se fez o corte de um fragmento da cultura, colocando em uma lâmina de vidro, contendo líquido de montagem, lactofenol azul de algodão que serve de corante para os fungos não demateáceos. (MAIER et al., 2003), como nem sempre é possível a identificação pela observação das características celulares, estruturas das hifas, dos conidióforos, esporos e conídios chegar às classificações nos grupos, gêneros e espécies, seguindo chaves e livros de identificação. (BERNARD et al., 1989; BERNARD et al., 1987), foi necessário conforme suspeita da possibilidade de gênero ser repicada para extrato de malte (tubo inclinado), BDA (camada alta) ou CYA (placa). Após sete dias, com o crescimento dos fungos nos meios específicos, foi realizada cultura em lâmina para classificar os fungos que na observação da lâmina temporária não puderam ser identificados e, então, conseguiram chegar a gênero, espécie e até subespécie (Figura 13).

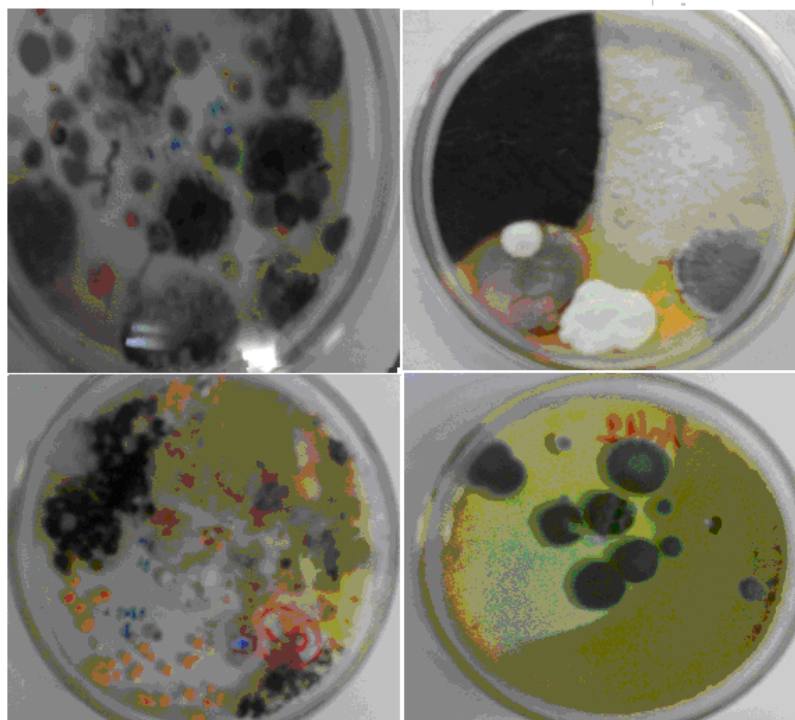


Figura 13- Avaliação da diversidade de fenótipos de fungos filamentosos

3.6.2.3 Preservação de fungos filamentosos

Por fim, após a classificação dos fungos filamentosos, preservou-se o material em 02 ou 03 tubos de BDA (camada alta) com 1 cm de óleo mineral. Fazem-se a etiquetagem nos tubos com a classificação, o período da coleta, o mês e ano, sendo guardados em coleção de cultura do Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos (IOC) Fiocruz.

3.6.2.4 Identificação de leveduras

As leveduras foram selecionadas 3 a 5 colônias típicas para o gênero *Candida* por placa e 1 com o fenótipo LCR, após 24/48h de crescimento foram transferidas para meio YPD fresco líquido (1% extrato de levedura; 2% glicose; 2% peptona) e mantidas em coleção a -20°C em glicerol 40% (Figura 14). Foram classificadas em duas categorias fenotípicas: *levedura laranja colônia redonda* (LCR); *levedura branca opaca ou amarela crescida em 24 horas* (L24h), sendo avaliada após sub-cultura em típica e atípica para o gênero *Candida*. As leveduras consideradas típicas para o gênero *Candida* foram crescidas em meio CHROMagar *Candida*®, em que a espécie *C. albicans* cresceria na cor verde, as espécies *Candida* não-*albicans* crescem azul, roxo ou rosa, e outras leveduras crescem brancas com auxílio de um replicador de células.

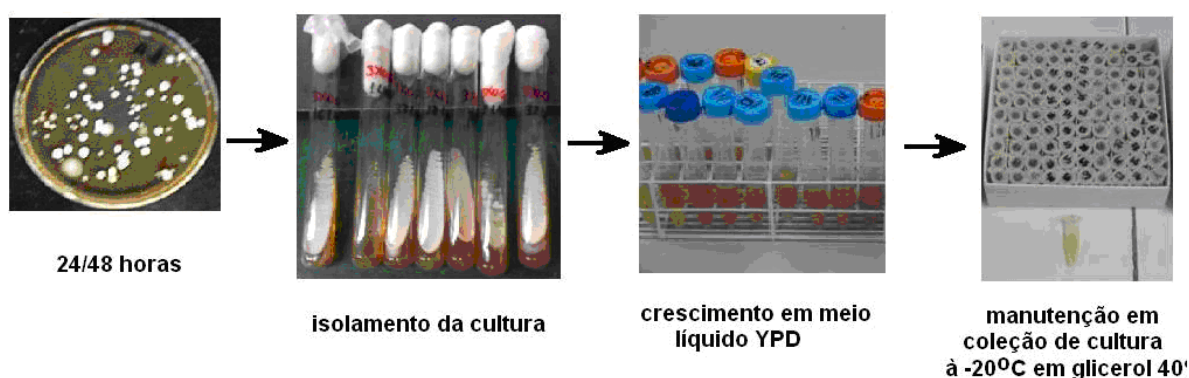


Figura-14 Isolamento e armazenamento das leveduras provenientes das matrizes água, areia seca, e areia úmida.

Na análise dos fungos (filamentosos e de leveduras), foram consideradas apenas o número de pontos de ocorrência do fenótipo ou espécie identificada, pois este tipo de análise respondeu a todas as hipóteses deste trabalho, não foi feita a análise em termos de UFC/g de areia e por mL de água devido ao grande número de dados que precisariam ser processados, contudo toda as análises de frequência foram registradas, de modo que futuramente possam ser feitas nestes termos.

3.7 Análise estatística comparativa dos dados

Foram utilizados três programas na apresentação, filtração e interpretação dos resultados obtidos; (1) o programa gráfico versão 11 do SigmaPlot; (2) o programa estatístico versão 17 do Statistical Package for the Social Science (SPSS); (3) o programa Excell do Office versão 2003. E nos modelos de análise estatística foram considerados na análise paramétrica, a média e a correlação de Pearson.

Todos os dados referentes às contagens e diluições foram processados por meio de fórmulas inseridas em colunas no Excell, de modo a ser obtido rapidamente a média de cada matriz, por período. Os bancos de dados referentes às coleções de cultura de bactérias e fungos obtidos e guardados neste trabalho estão armazenados em planilhas do Excell e em caderno de registro no Laboratório, sendo possível a filtração das variáveis como local de coleta, matriz, estação do ano, frequência de ocorrência; número do tubo e da caixa onde esta sendo armazenado, data de entrada na coleção, datas dos repiques, etc.

As variáveis referentes às características físicas ambientais como: temperatura, umidade relativa do ar, características do tempo, presença de resíduos no ambiente, de banhistas, pH da água e da areia, e outras como estação. As variáveis: praia (Bica, Tubiacanga, José Bonifácio, Tamoios), matriz (água, areia úmida e areia seca), *Escherichia coli*, coliforme total, pombos (existência ou não), resíduos (existência ou não), cães (existência ou não), urubus (existência ou não), banhistas (existência ou não), foram codificadas. A partir disso, foram construídos gráficos de pizza somente para as variáveis *Escherichia coli* e coliforme total, para apresentação na forma percentual, por frequência nas praias da Ilha do Governador, Bica e Tubiacanga e nas praias da Ilha de Paquetá, José Bonifácio e Tamoios, tendo por referência os valores da Resolução provisória 081/00 e a atual legislação 468/10 em areia seca e areia úmida.

Para observação das correlações de Pearson entre os dados correspondentes as análises de *Escherichia coli* e de coliforme total observados em água e areia úmida; água e areia seca; areia úmida e areia seca, e entre *Escherichia coli* e coliforme total em água, areia úmida e areia seca, foram utilizados os valores médios inseridos em planilhas. O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear, perfeita mas inversa, ou seja

quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis (Tabela 14).

Tabela 14 – Coeficiente de correlação de Pearson

Coeficiente de correlação	Correlação
$r = 1$	Perfeita positiva
$0,8 \leq r < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq r < 0,8$	Moderada positiva
$0,1 \leq r < 0,5$	Fraca positiva
$0 \leq r < 0,1$	Ínfima positiva
0	Nula
$0,1 < r < 0$	Ínfima negativa
$0,5 < r \leq -0,1$	Fraca negativa
$0,8 < r \leq -0,5$	Moderada negativa
$1 < r \leq 0,8$	Forte negativa
$r = -1$	Perfeita negativa

fonte: Barbetta (2008)

Foram realizadas análises estatísticas de correlação: entre o fenótipo (NBB) e a bactéria *Escherichia coli*; o fenótipo (L 24h) leveduras e *Escherichia coli*; fungos filamentosos (VBB+NBB+BEA+L 24h), e bactérias (coliforme total + *Escherichia coli*) em areia seca, nas quatro estações do ano. Foi avaliada também a correlação com temperatura, umidade e fungos de maior ocorrência em água e areia.

O programa Sigma plot foi utilizado para a construção dos gráficos com a representação de barra de erro correspondente a cada grupo de dados analisados, para análises colimétricas (*Escherichia coli* e coliforme total); micológicas, fungos filamentosos e leveduras em areia seca e úmida para os gráficos de comparação dos com outros autores para areia e água., cujos parâmetros foram definidos na versão 11 do programa Sigma plot, para os gráficos de análise colimétrica em areia, com os valores limites da resolução marcando o limite permitido em lei, foram feitos da seguinte forma: (1) para coliforme total, o intervalo de corte do eixo das ordenadas (break) foi

definido como 10.000 a 40.000; o limite deste eixo foi de 85.000; o intervalo após o corte foi de 10.000; e sub-intervalos foram de 20; (2) para *Escherichia coli*, o intervalo de corte do eixo das ordenadas (*break*) foi definido como de 200 a 400; o limite deste eixo (*scaling*) foi de 40.260; o intervalo após o corte (pós-*break*) foi de 10.000; e sub-intervalos (*ticks*) são de 20.

Os parâmetros para água tanto para coliforme total quanto para *Escherichia coli* foram plotados em gráficos do Sigma Plot versão 11, para as análises colimétricas nesta matriz como: o intervalo de corte do eixo das ordenadas (*break*) definido como de 60 a 100; o limite deste eixo (*scaling*) foi de 350; o intervalo após o corte (pós-*break*) foi de 50; e sub-intervalos (*ticks*) foram de 10.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de areia

4.1.1 Colimétrica

Embora a única normatização encontrada em nível nacional para determinação do padrão sanitário de areia seja da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC 468/2010), não estabeleça distinção entre os tipos de matrizes de areia, neste trabalho, foi feita esta distinção entre areia seca e úmida.

Na avaliação da Praia da Bica, foi detectada uma razão de 1,07 vezes da primeira campanha no inverno, em relação à quarta campanha da mesma estação e praia para o parâmetro *E. coli*, isto é, a quarta campanha do inverno foi a segunda maior com relação à concentração em (UFC/g) para areia seca (Figura 15, 17 e 18 Painel B); para areia úmida, a razão foi de 1,85 vezes entre a quarta campanha do outono, e a primeira campanha do verão, período com a segunda maior concentração de *E. coli* (UFC/g) [Figura 15, 17 e 18 Painel A]. Considerando o parâmetro coliforme total, a quarta campanha do outono foi maior 1,3 vezes do que a quarta campanha do verão em areia seca (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 Painel B]; na avaliação da areia úmida, no verão apresentou na primeira campanha a razão de 1,3 vezes da quarta campanha da primavera, estando em segundo lugar de níveis de coliforme total (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 painel A]. Quanto à magnitude do índice de *E. coli*, (UFC/g) em relação às Resoluções 081/00 e 468/10, observamos que a primeira campanha do inverno foi maior 7582 e 800 vezes respectivamente aos valores padronizados como condições recomendados para balneabilidade (Figuras 15, 17 e 18 – painel B), ou seja, extremamente impróprias para recreação.

Na avaliação da Praia de Tubiacanga, foi detectada uma razão de 5,3 vezes da primeira campanha do inverno em relação à segunda campanha da primavera na praia de Tubiacanga para o parâmetro *E. coli*, isto é, a segunda campanha da primavera foi a segunda maior em relação a concentração de (UFC/g) em areia seca (Figura 15, 17 e 18 Painel B); para areia úmida, a razão foi de 1,26 vezes entre a quarta campanha do outono quando comparado à quarta campanha da primavera, período com a segunda maior concentração de *E. coli* (UFC/g) [Figura 15, 17 e 18 Painel A]. Considerando o parâmetro coliforme total, a quarta campanha do outono foi maior 1,60 vezes quando comparado à segunda campanha do verão em areia seca

(UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 Painel B]; na avaliação da areia úmida, foi no verão que apresentou na primeira campanha à razão de 2,3 vezes a maior concentração do que a terceira campanha da mesma estação, estando à terceira campanha em segundo lugar na concentração de coliforme total (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 painel A]. Quanto à magnitude da densidade (UFC/g) em relação às Resoluções 081/00 e 468/10 para *E. coli*, verificamos que a primeira campanha do inverno foi maior em 23.342 e a segunda, em 2.462 vezes, respectivamente aos valores padronizados como condições recomendadas para balneabilidade, (Figuras 15, 17 e 18 – painel B).

Na avaliação da Praia José Bonifácio, foi detectada uma razão de 1,5 vezes da primeira campanha no verão em relação à primeira no inverno, na praia José Bonifácio para o parâmetro *E. coli*, isto é a primeira campanha no inverno foi a segunda maior concentração em (UFC/g) para areia seca (Figura 15, 17 e 18 Painel B); para areia úmida, a razão foi de 3,1 vezes entre a terceira campanha do inverno, e a primeira campanha do verão, período com a segunda maior densidade para *E. coli* (UFC/g) [Figura 15, 17 e 18 Painel A]. Considerando o parâmetro coliforme total a campanha do outono foi maior 1,3 vezes do que a quarta campanha do verão em areia seca (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 Painel B]; na avaliação da areia úmida, foi no verão que apresentou na primeira campanha a razão de 1,3 vezes da primavera, estando em segundo lugar em índice de coliforme total (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 painel A]. Quanto à magnitude da concentração de (UFC/g em relação Resolução 081/00 e 468/10 para *E. coli* verificamos que a primeira campanha do verão foi maior em 5.297 vezes e a segunda, em 559 vezes do que os valores padronizados como condições recomendadas para balneabilidade. (Figuras 15, 17 e 18 – painel B).

Na avaliação da Praia Tamoios, foi detectada uma razão de 3,7 vezes da primeira campanha no verão da terceira campanha no verão, na praia Tamoios para o parâmetro *E. coli*, isto é, a terceira campanha do verão foi a segunda maior em relação à concentração de (UFC/g) para areia seca (Figura 15, 17 e 18 Painel B); para areia úmida, a razão foi de 1,3 vezes entre a segunda campanha da primavera, e a primeira campanha do outono, período com a segunda maior concentração de *E. coli* (UFC/g) [Figura 15, 17 e 18 Painel A]. Considerando o parâmetro coliforme total a segunda campanha do verão foi maior 1,4 vezes do que a quarta campanha da mesma estação em areia seca (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18 Painel B]; na avaliação da areia úmida, foi no verão que apresentou na primeira campanha a razão de 1,3 vezes da primavera, estando em segundo lugar em níveis de coliformes totais (UFC/g) [Figura 16, 17 e 18

painel A]. Quanto à magnitude da concentração (UFC/g) em relação à Resolução 081/00 e 468/10 para *E. coli*, verificamos que a primeira campanha do verão foi maior em 15189 vezes e a segunda, em 1602 vezes do que os valores padronizados como condições recomendadas para balneabilidade (Figuras 15, 17 e 18 – painel B).

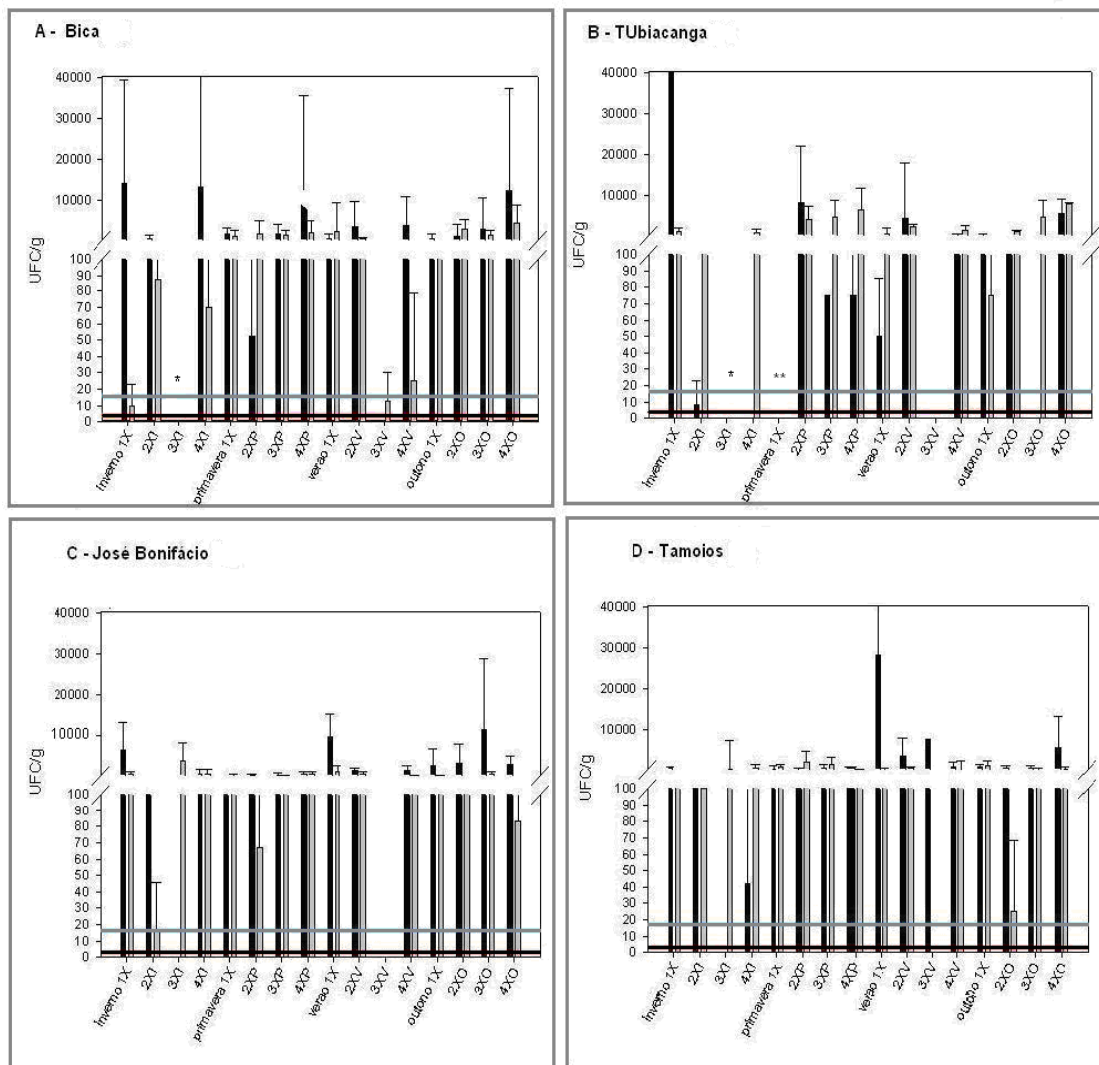


Figura 15 – Avaliação do parâmetro *E. coli* nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D). Linha —: valor limite SMAC 081/2000 correspondente a 1,85 em UFC/g; linha —: valor limite SMAC 468/2010 correspondente a 17,54 em UFC/g. ■ : areia seca; ■ : areia úmida; símbolo * : sem análise; símbolo **: não houve coleta de amostras.

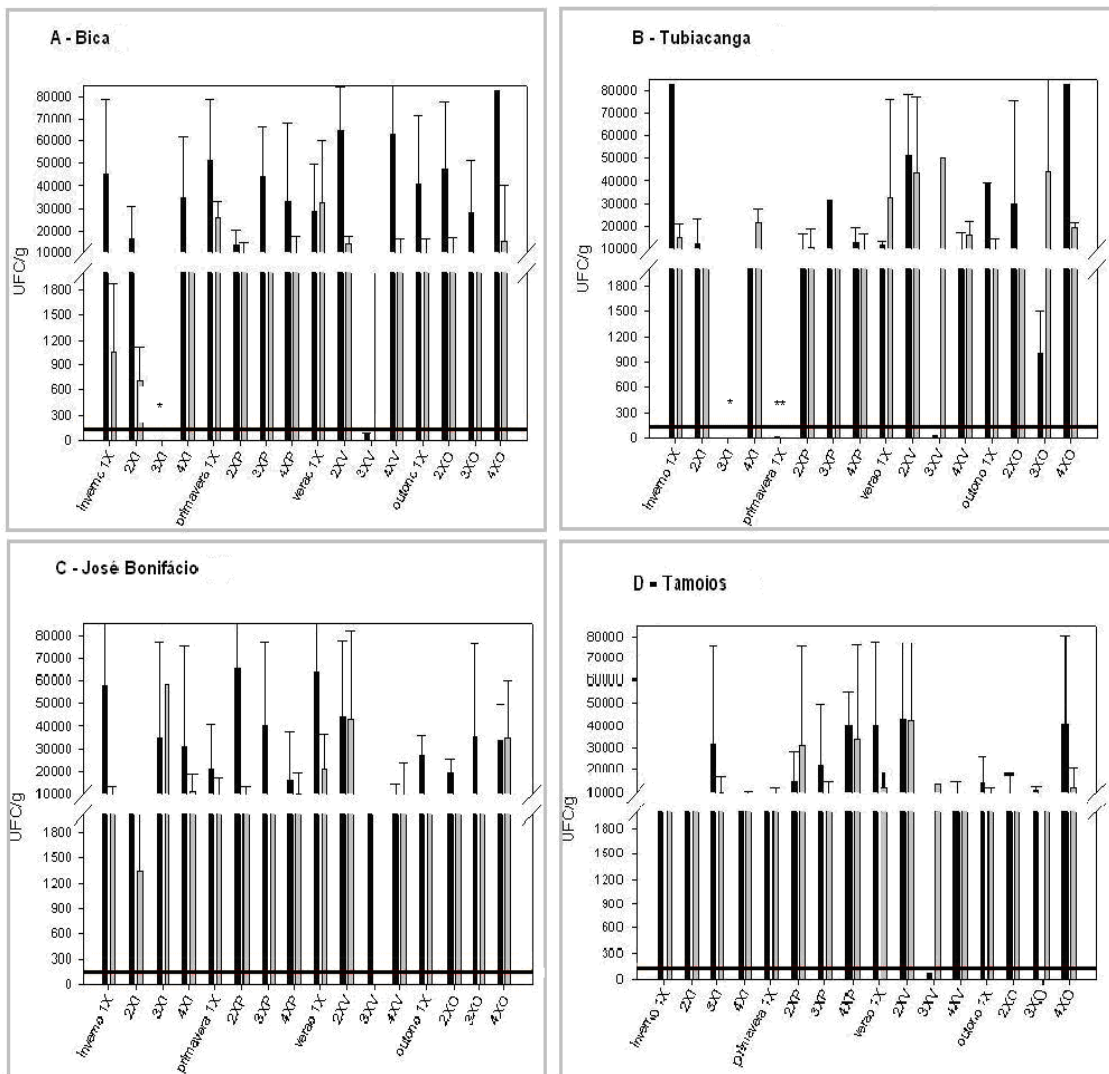


Figura 16 – Avaliação do parâmetro de coliformes totais nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) linha — valor limite SMAC 081/2000 correspondente a 138,44 UFC/g; ■ : areia seca; □ : areia úmida; símbolo * : sem análise; símbolo ** : não houve coleta de amostras.

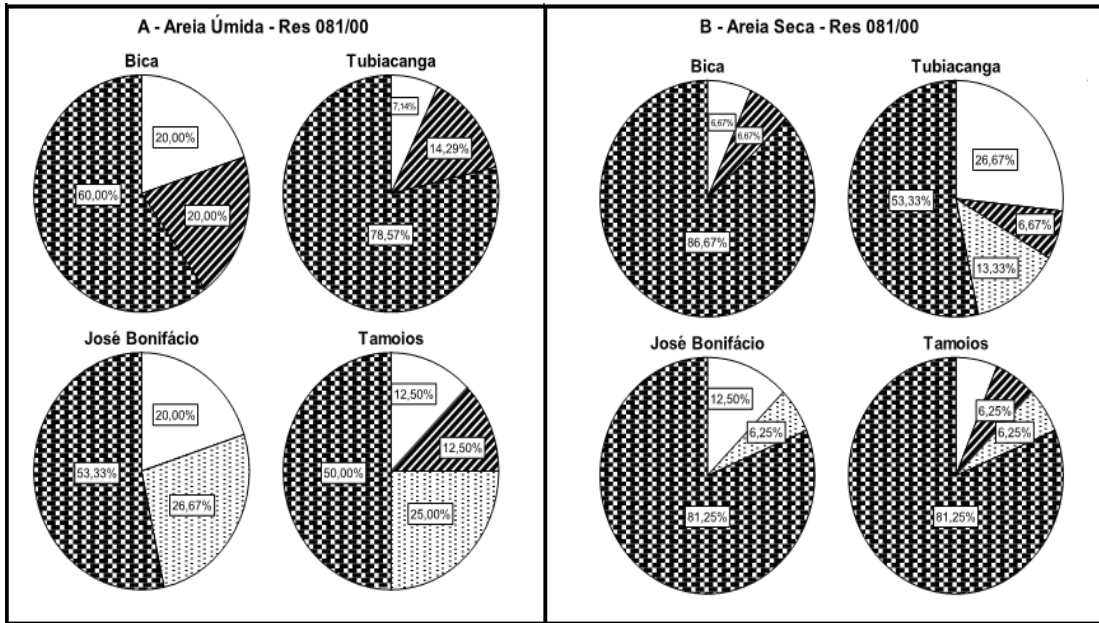


Figura 17 – Percentual de classificação de areia baseado no parâmetro *E. coli* baseados nos valores padrões determinados da Resolução 081/00 da SMAC: valores entre 0,00 a 0,46, determina condição “Excelente”; ▨: valores entre 0,47 a 0,92, determina condição “Muito Boa”; ▩: valores entre 0,93 a 1,85, determina condição “Satisfatória”; ■: valores maiores que 1,85, determina condição “Imprópria”.

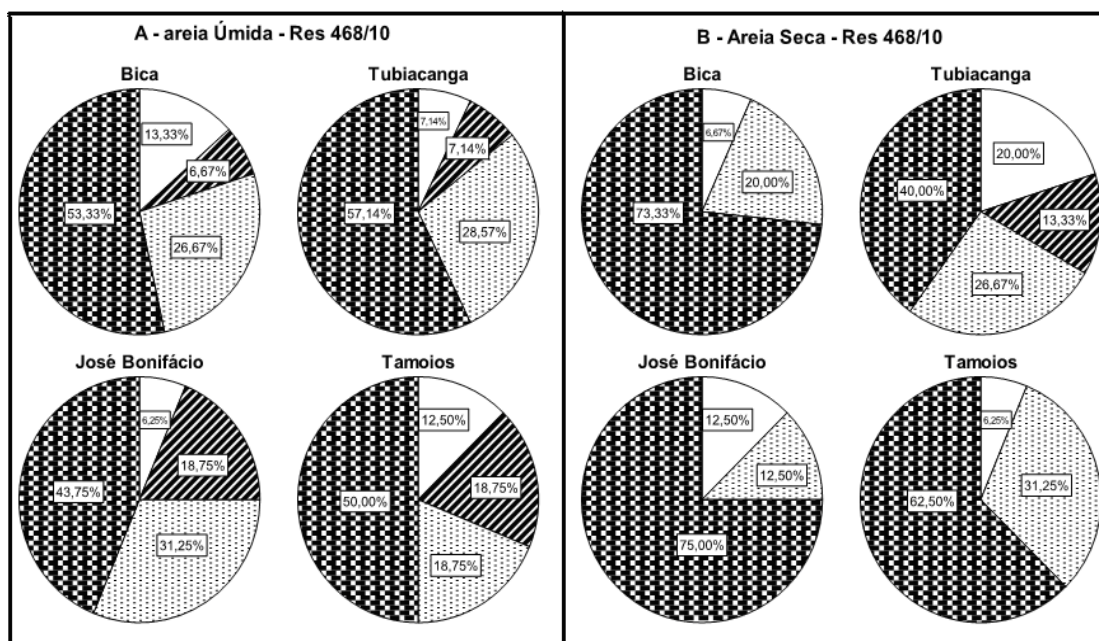


Figura 18 – Percentual de detecção de *E. coli* acima do valor padrão determinado na Resolução 468/10 da SMAC.: valores entre 0,00 a 0,18, determina condição “Ótima”; ▣: valores entre 0,19 a 1,85, determina condição “Boa”; ▤: valores entre 1,86 a 17,54, determina condição “Regular”; ▥: valores maiores que 17,54, determina condição “Não Recomendada.”

A concentração de *E. coli* detectada em areia seca nas praias da Bica, José Bonifácio e Tamoios foi superior à detectada em areia úmida, quando comparada àquela estabelecida pela Resolução 468/10, sendo 1,38; 1,71 e 1,25 vezes, respectivamente. Corroborando com Bonilla et al. (2007), que avaliando a qualidade sanitária de três praias na Flórida – EUA encontrou índices de *E. coli* (UFC/ 100g) 20 vezes superior em areia seca em relação à da areia úmida. Portanto, sugerindo contaminação externa, ou seja, não oriunda do mar por meio de alimentos abandonados na areia por banhistas, da presença de animais, ligação clandestina de esgoto na rede pluvial, responsáveis pela formação de língua negra nas areias.

A matriz areia seca na primeira campanha do inverno apresentou maior índice de *E. coli*, nas praias da Bica e Tubiacanga, ambas na Ilha do Governador, e a primeira campanha do verão nas praias de José Bonifácio e Tamoios, na Ilha de Paquetá. De acordo com Bonilla et al. (2007), foram encontrados na praia de Hollywood Beach, na Flórida, maiores índices de bioindicadores fecais durante a

estação do inverno, semelhantes aos resultados encontrados nas praias da Ilha do Governador.

Vale ressaltar que os valores para o parâmetro *E. coli* mencionados na legislação atual nº 468/10 estão menos restritivos (17,54 UFC/g), ou seja, foram modificados os valores para o parâmetro *E. coli*, de modo que seria preciso ter 9,5 vezes mais contaminação do que pela legislação anterior para que a areia da praia possa ser considerada como não recomendada. Pela antiga Resolução SMAC 081/00, esse valor era de 1,85 UFC/g.

Contudo, o Relatório final da COHIDRO do período de 2006/2007 do Programa de Monitoramento da Qualidade das Areias das Praias do Município do Rio de Janeiro indicava que as praias da Baía da Guanabara estavam com o pior índice de poluição, apenas 29,08% das praias no período analisado foram classificadas como recomendada, as praias da Baía de Sepetiba apresentaram 41,67% e as melhores praias foram as oceânicas com 56,38 recomendadas. Sob essa perspectiva, verificamos que o ano de 2007 foi pior do que o de 2006 com média na praia da Bica de 81,25% do período analisado como imprópria para recreação. Por outro lado, a praia José Bonifácio, na Ilha de Paquetá, apresentou índice não recomendável em 39,58% do período, sendo a melhor classificada.

O presente estudo ressalta que, na praia da Bica em 2008/2009, foi encontrado o maior percentual de bioindicadores fecais em areia seca, 86,67% não recomendada, conforme o valor da Resolução provisória 081/2000 (SMAC), em que as areias de praias foram monitoradas até janeiro de 2010, diminuindo em percentual no período de análises das mesmas, com a nova Resolução (Figuras 12). Entretanto, em todas as campanhas, o observado era lixo, animais. Enquanto o padrão para coliformes totais nas duas Resoluções permanece o mesmo, maior que 138,44 UFC/g, a areia é classificada como não recomendada.

Assim sendo, salientamos que Andraus (2006) propõe para discussão dos parâmetros com seus respectivos limites para areia, o dobro dos índices estabelecidos para água, e Boukai (2005) sugere os mesmos valores da Resolução Federal CONAMA 274 em 2000. Contudo com os dados obtidos neste trabalho, sugerimos como valores limites de contaminação de areia, os mesmos valores considerados por Wade et al (2003), que consideram os estudos de revisão epidemiológica do risco de

contrair doenças gastrointestinais, associado à contaminação de areia, inexistente na legislação brasileira. Tendo como referência EPA (1986).

Mancini et al. (2005) sugerem que geralmente existe maior sobrevivência dos bioindicadores em sedimento do que na água devido ao fenômeno de bioacumulação de matéria orgânica, que serve de fonte de carbono, nitrogênio e sais para proliferação dos microrganismos. Corroborando com os dados obtidos no presente estudo (Figura 17) em que as maiores concentrações de bioindicadores foram encontradas nas areias das praias da Ilha do Governador tanto para o parâmetro *E. coli* quanto para o de coliformes totais, cujas praias estão voltadas para áreas de espelho d'água que recebem maior descarga de esgoto do que o das praias da Ilha de Paquetá.

Por outro lado esses resultados não corroboram com os encontrados por Estrada et al. (2004), ao afirmar que a sobrevivência das bactérias é influenciada pelo extremo de acidez, pH menor que 6. Contudo, o bioindicador *E. coli* nas primeira e quarta campanhas do inverno na praia da Bica (Figura 12) foi o de maior crescimento de *E. coli* (UFC/g), durante o período de um ano de análise na praia da Bica, igualmente as terceira e quarta campanhas da praia José Bonifácio na primavera, embora apresentando pH na faixa entre 4 e 5.

A partir desses levantamentos, cabe-nos sugerir que a maior contaminação na primeira campanha do inverno para praias da Bica e Tubiacanga está relacionada à temperatura de 21°C e à umidade de 88% referentes ao dia de coleta (01/07/2008). Enquanto que a de José Bonifácio nas terceira e quarta campanhas da primavera foi 24°C e 27°C de temperatura e 78 e 69 de umidade relativa do ar respectivamente, apresentando concentração em (UFC/g) 39 vezes menor que o valor encontrado na primeira campanha do inverno e a quarta campanha da primavera na praia de José Bonifácio em relação à primeira campanha do inverno foi 28 vezes menor. Collis et al. (2001) associaram baixas temperaturas como a encontrada no inverno e a alta umidade, como condições favoráveis para a sobrevivência de *E. coli* em solo.

4.1.2 Análise de risco colimétrico quando situação imprópria para recreação

Foram observados níveis diferenciais de impropriedade nas diferentes campanhas, considerando a resolução 081/2000 da SMAC. Considerando a situação de risco que a população estaria exposta devido à presença de níveis elevados de *E. coli*, foram detectadas na praia da Bica 84,5% de vezes as areias das praias imprópria para recreação, sendo 37,8% de vezes com níveis de risco alto; 11,1 % com níveis de risco médio e 35,6% de risco baixo; na praia de Tubiacanga foi 79,6% de vezes, sendo 29,6% de vezes com níveis de risco alto; 11,4 % com níveis de risco médio e 38,6% de risco baixo; na praia José Bonifácio foi 73,9% de vezes, sendo 21,7% de vezes com níveis de risco alto; 30,4 % com níveis de risco médio e 21,7% de risco baixo; na praia de Tamoios foi de 75% de vezes, sendo 12,5% de vezes com níveis de risco alto; 43,6 % com níveis de risco médio e 18,8% de risco baixo. Portanto, pela nova resolução SMAC 486/29010, a maioria dos resultados impróprios com nível de risco baixo passou a ser classificadas com situação regular e recomendadas para recreação, mesmo sendo observado o risco para contrair doenças (Figura 19).

Considerando o risco associado pela presença de coliformes totais, foi observado nível de risco alto em 31,1% das análises impróprias; 17,8% como risco de nível médio e 17,8% com nível baixo de risco, esses na porcentagem de 66,7% de vezes na praia da Bica; com nível de risco alto em 20,93% das análises impróprias; 30,2% como risco de nível médio e 27,9% com nível baixo de risco, esses na porcentagem de 79,1% de vezes na praia de Tubiacanga; com nível de risco alto em 29,2% das análises impróprias; 25% como risco de nível médio e 14,6% com nível baixo de risco, esses na porcentagem de 68,8% de vezes na praia de José Bonifácio; com nível de risco alto em 18,8% das análises impróprias; 27,1% como risco de nível médio e 20,8% com nível baixo de risco, esses na porcentagem de 66,6% de vezes na praia de Tamoios em que ocorreram areia imprópria para recreação (Figura 20).

Risco colimétrico para *E. coli*

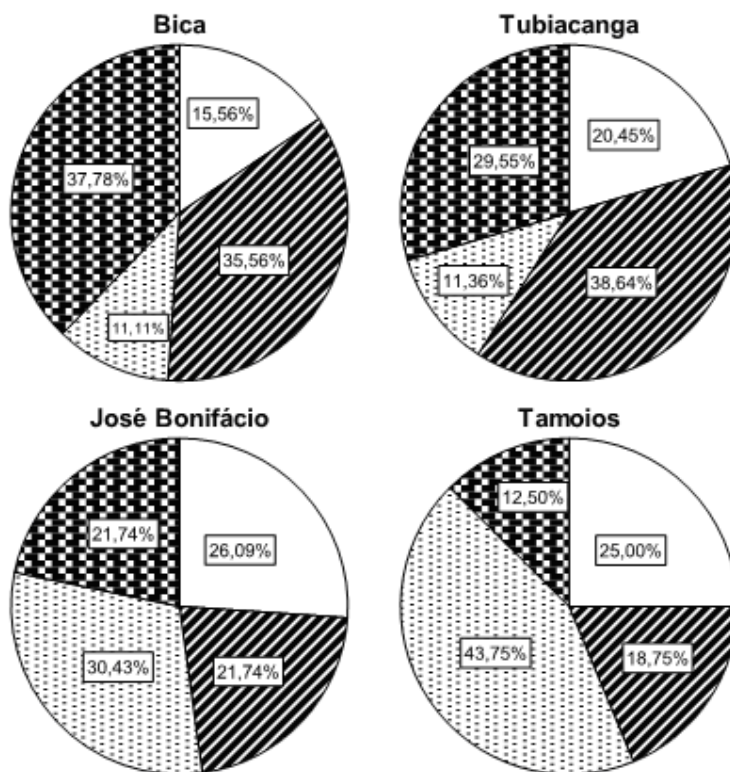


Figura 19 – Percentual de detecção de *E. coli* quanto ao risco colimétrico. Valores limites segundo SMAC, Res. 081/00 em UFC/g, □ entre 0 a 1,85, areia própria. Valores propostos como avaliação de risco colimétrico quando areia imprópria para recreação, em UFC/g: considerando os níveis de *E. coli*, ▨ de 1,86 a 133,3, níveis de risco baixo; ▩ de 133,4 a 1098,8, nível de risco médio e ◻ quando maior que 1098,8, nível de risco alto.

Risco colimétrico para CT

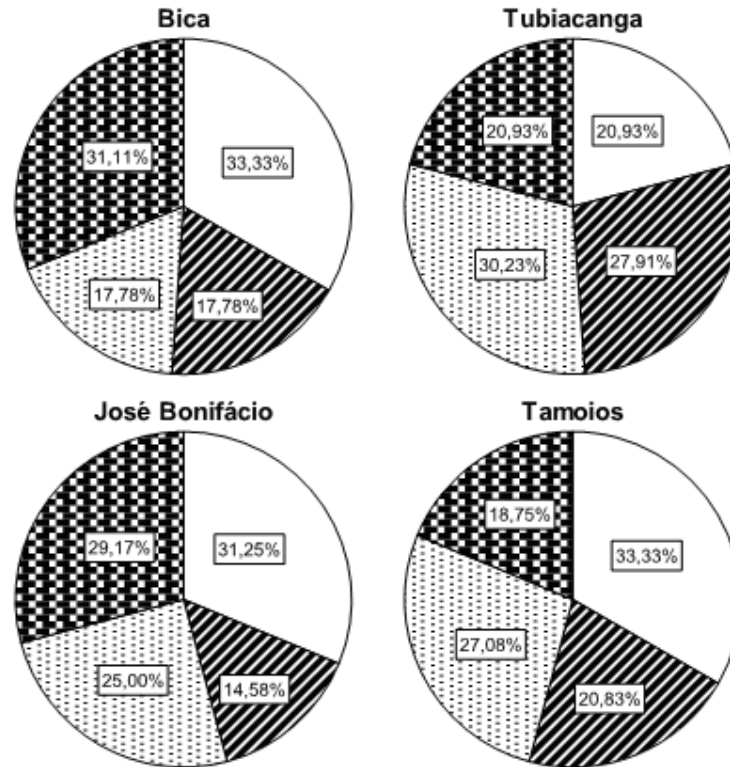


Figura 20 – Percentual de detecção de coliformes totais (CT) quanto ao risco colimétrico. Valores limites segundo SMAC, Res. 081/00 em UFC/g, □ entre 0 a 138,44, areia própria considerando níveis de coliforme total. Valores propostos como avaliação de risco colimétrico quando areia imprópria para recreação, em UFC/g: considerando os níveis de coliformes totais, ▨ de 138,45 a 5.716,7, níveis de risco baixo; ▩ de 5.716,8 a 21.072,9, nível de risco médio e ▪ quando maior que 21.072,9, nível de risco alto.

4.1.3 Análise micológica de areia

Para o fenótipo “Negra com Borda Branca” (NBB) foi considerado na análise micológica os dados das médias em Unidade de Crescimento de Biomassa (UCB) por grama de areia, sendo encontrado em 23% (5/22) do total de campanhas resultados de análises de NBB em areia seca e areia úmida corroborando com os resultados de análise de *E. coli*, sendo na quarta vez primavera e outono na praia da Bica; terceira vez outono, quarta vez primavera e outono na praia José Bonifácio (Figura 21).

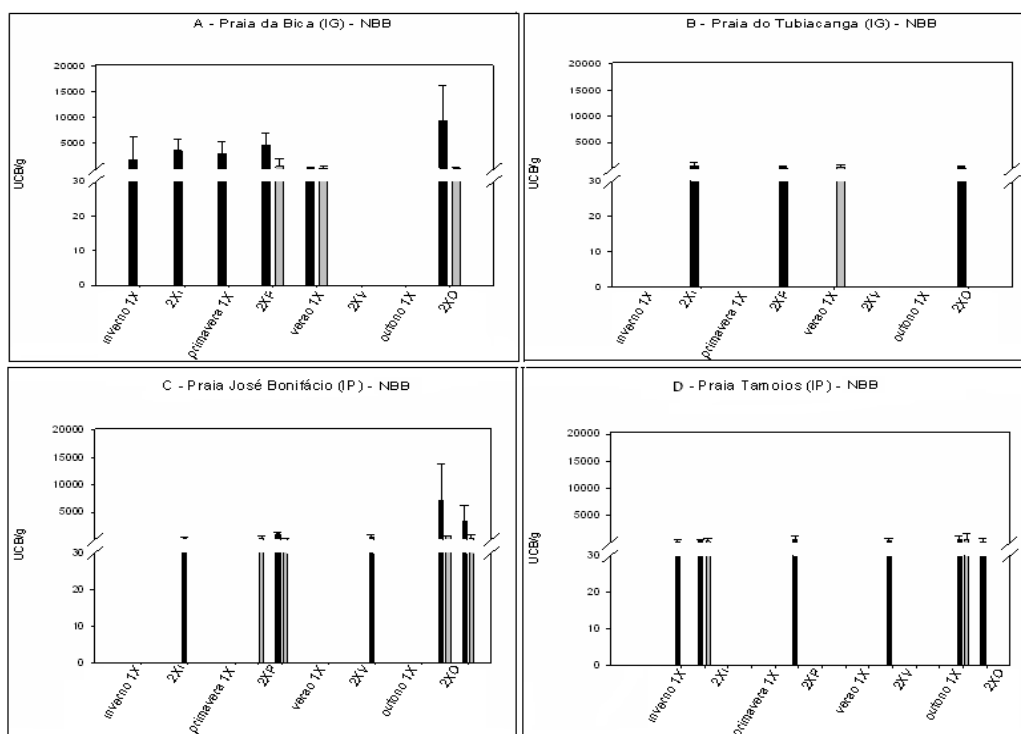


Figura 21 – Avaliação do Fenótipo “Negra com Borda Branca” NBB nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) em UCB/g, areia seca ■; areia úmida ▒.

Para o fenótipo L24 h, foram considerados na análise os dados da média em unidade formadora de colônia (UFC) por grama, sendo encontrado em 27,3% (6/22) do total de campanhas resultados de análises de L24 h em areia seca e areia úmida corroborando com os resultados de análise de *E. coli* sendo na terceira vez primavera, verão e outono, quarta vez inverno e primavera na praia da Bica; quarta vez primavera na praia Tamoios (Figura 22).

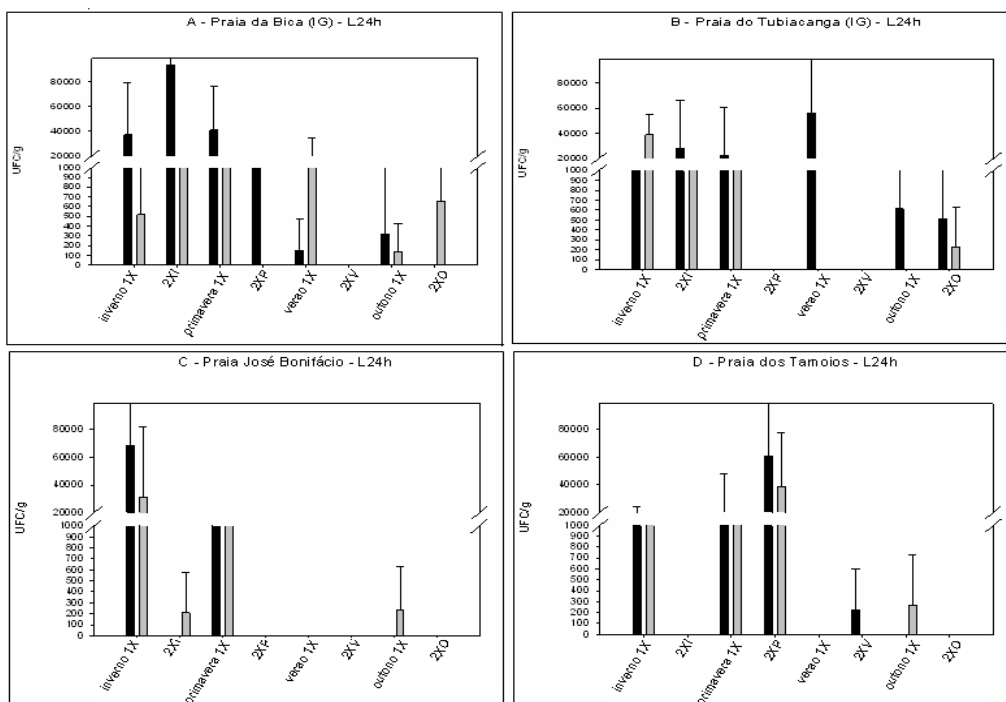


Figura 22 – Avaliação do fenótipo levedura branca opaca ou amarela em 24 horas (L 24h) nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) em UFC/g, areia seca ■; areia úmida ▒.

Para o grupo de fenótipos que define como “Fungos Totais” (FT) foram considerados os dados da média em unidade por grama, sendo encontrado em 50% (15/30) do total de campanhas com resultados de análises de FT em areia seca e areia úmida corroborando com os resultados de análise de *E. coli* sendo na terceira vez primavera, verão e outono, quarta vez inverno, primavera e outono, na praia da Bica; quarta vez primavera e outono, praia de Tubiacanga; terceira vez outono, quarta vez inverno, primavera, verão e outono na praia José Bonifácio; quarta vez inverno e outono na praia de Tamoios (Figura 23).

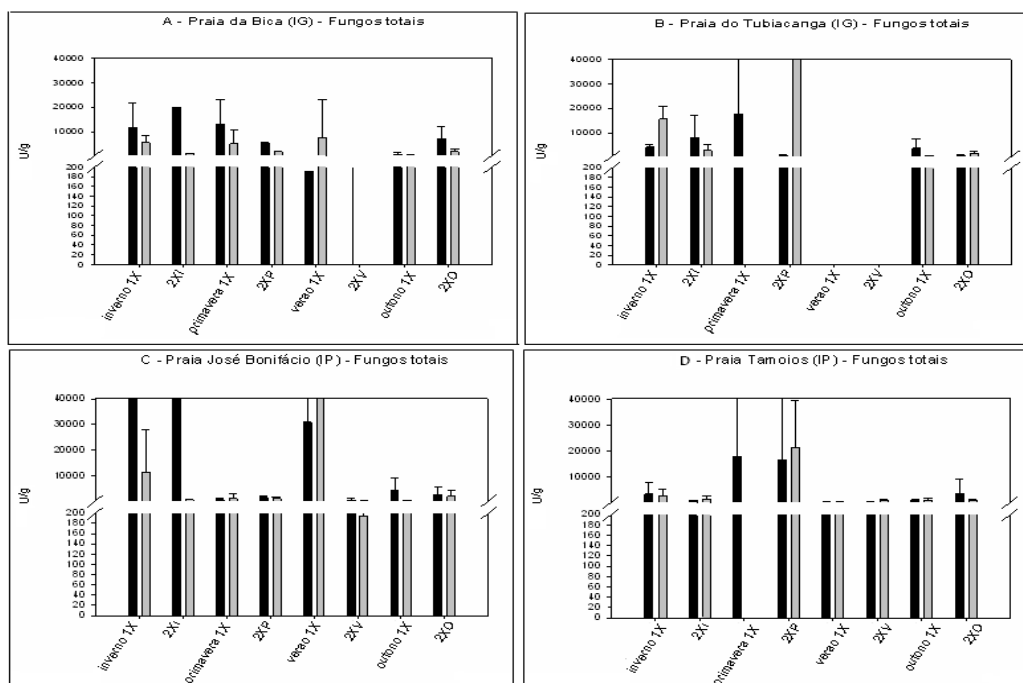


Figura 23 – Avaliação do fenótipo fungo total (FT) nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) em U/g, areia seca ■ ; areia úmida ▒ .

A correlação de Pearson (r), entre os valores considerados de *E. coli* e de NBB em areia seca, foi de 0,92, portanto fortemente positiva, quase perfeita. Entre os dados considerados de *E. coli* e de L24h, a correlação foi de 0,8, também forte positiva, quase perfeita (Tabela 15). Portanto os valores definidos como limites desses fungos neste trabalho foram representativos. Porém para Fungos Totais a correlação entre as médias de *E. coli* e de FT, foi fracamente negativa, quase nula.

Tabela 15 - Correlação linear de Pearson entre os dados considerados de *E. coli* com os de fungos em areia

Tipo de Fungo/Matriz	areia seca	areia úmida
Fungos totais (FT)	-0,18	0,5
Fenótipo NBB	0,92	-0,63
Fenótipo L24h	0,8	-0,55

Considerando que os melhores níveis de correlação de Pearson foram encontrados entre os dados considerados de *E. coli* com os de NBB e de L24h, os valores limites para fungos definidos na Tabela 15, considerando a frequência em UCB/g e de UFC/g, respectivamente, são significativos. Portanto, a comparação feita entre esses dois parâmetros de análises de contaminação pela presença de esgoto sanitário, e elementos que oferecem risco a saúde da população que freqüentam areia de áreas de recreação será significativa (Tabela 16).

Tabela 16 - Valores considerados na análise de fungos em areia

Tipo de Fungo /Matriz	areia seca	areia úmida
Fungos totais	14,24 U/g (d = ± 46,25)	13,69 U/g (d = ± 44,41)
Fenótipo NBB	1,62 UCB/g (d = ± 1,04)	0,61 UCB/g (d = ± 0,33)
Fenótipo L24h	26,54 UFC/g (d = ± 28,05)	26,41 UFC/g (d = ± 44,73)

4.2 Análise de água

4.2.1 Colimétrica

Na avaliação do parâmetro *E. coli* para a Praia da Bica, na matriz água no período de um ano deste estudo, a razão obtida na terceira campanha do outono foi de 1,2 vezes da primeira campanha do verão, isto é, a primeira campanha do verão foi a segunda maior em relação à concentração (UFC/mL). Quanto à magnitude dos índices de *E. coli*, a praia da Bica em relação à Resolução CONAMA 274/00 na terceira campanha do outono apresentou-se 3,8 vezes na classificação não recomendada. O inverno foi à estação em que todas as campanhas apresentaram valores abaixo do padrão de referência (Figura 24).

Na avaliação do parâmetro *E. coli* para a Praia do Tubiacanga, no período de um ano do presente estudo, a razão obtida na quarta campanha do outono foi de 1,08 vezes da quarta campanha da primavera, isto é, a quarta campanha da primavera foi a segunda maior com relação à concentração (UFC/mL). Quanto à magnitude dos

índices de *E. coli* em relação à Resolução CONAMA 274/00, na quarta campanha do outono apresentou-se 21,4 vezes na classificação não recomendada (Figura 24). Dos valores apresentados nas quatro campanhas do inverno, somente a quarta campanha obteve nível acima da legislação.

Na avaliação do parâmetro *E. coli* para a Praia José Bonifácio, no período de um ano do presente estudo, a razão obtida, na segunda campanha do inverno, foi de 2,6 vezes da terceira campanha da mesma estação, isto é, a terceira campanha do inverno foi a segunda maior com relação à concentração (UFC/mL). Quanto à magnitude da densidade em relação à Resolução CONAMA 274/00, na segunda campanha do inverno, apresentou-se 17,9 vezes na classificação não recomendada (Figura 24).

Na avaliação do parâmetro *E. coli* para a Praia Tamoios, no período de um ano do presente estudo, a razão obtida na terceira campanha do inverno foi de 58,9 vezes da primeira campanha da primavera, isto é, a primeira campanha da primavera foi a segunda maior em relação à concentração (UFC/mL), apresentando alta variabilidade em relação às demais campanhas, que estavam todas abaixo do valor de referência, Quanto à magnitude da densidade em relação à Resolução CONAMA 274/00, na terceira campanha do inverno, apresentou-se como 35,8 vezes na classificação não recomendada (Figura 24).

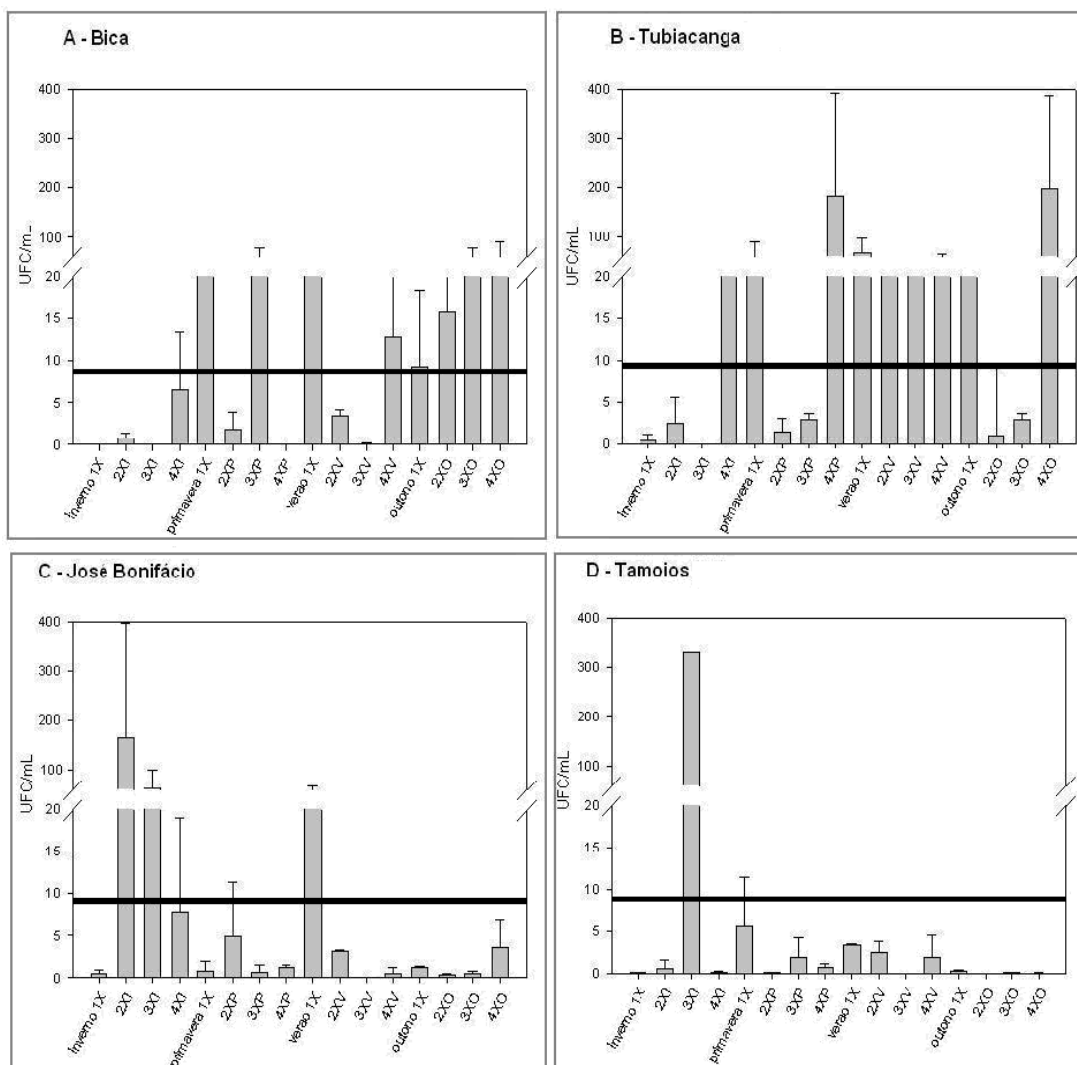


Figura 24 – Avaliação do parâmetro de *E. coli* (EC) das praias da Baía de Guanabara; Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) linha — valor limite CONAMA 274/00 correspondente a 9,22 UFC/mL; água.

Os dados encontrados nos estudos de Bonilla et al. (2007), Shibata et al. (2004) e Alm et al. (2003) demonstram que a maior concentração de bioindicadores, nas praias de água marinha e doce, não está presente na água, mas, sim, na areia, corroborando, assim, com o encontrado nos dados das análises de água e areia do presente estudo. Vale ressaltar que entre os critérios da Resolução CONAMA 274/00, os quais classificam as águas como impróprias mesmo se a densidade de microrganismo estiver abaixo do limite estabelecido, na legislação, está o valor de pH menor que 6 ou maior que 9. No entanto, nas praias da Baía de Guanabara, Ilha do Governador (Bica e Tubiacanga), e Ilha de Paquetá (José Bonifácio e Tamoios)

foi encontrado o valor 5 para pH no período do inverno na quarta campanha em 100% dos pontos de coleta. Contudo, só a praia de Tubiacanga apresentou valor acima do limite estabelecido pela legislação, às outras resultariam na classificação imprópria mesmo sem a realização das análises colimétricas.

Com base nos valores de pH, a WHO (2003) afirmou que o impacto direto apresentado no uso da água recreacional ocorre somente com valor menor que 6 ou maior que 9. Sob essas circunstâncias, esse impacto pode contribuir para irritação na pele e olhos. Portanto, associando o risco à saúde dos frequentadores – banhistas e pescadores das áreas estudadas.

Podemos inferir que a precária circulação das águas, como sugerida por Fleming et al. (2004) seja um dos fatores que levam a altos índices de microrganismos nas águas retidas, corroborando com o que ocorre em Tubiacanga devido à sua posição geográfica no fundo da Baía de Guanabara, com concentração acima dos valores permitidos na legislação (Figura 24). Sendo encontrados na Praia de Tubiacanga índices 5,7 vezes maior na quarta campanha do Outono do que na terceira campanha da primavera. O outono e primavera obtiveram na terceira campanha o mesmo índice na praia da Bica, sendo 1,22 vezes maior em relação à primeira vez do verão, o segundo maior índice de *E. coli* nas praias da Ilha do Governador. A praia José Bonifácio apresentou concentração de 2,6 vezes *E. coli* acima do valor estabelecido na legislação, quando comparado com a segunda maior concentração na terceira campanha da mesma estação. Tamoios apresentou todas as campanhas na classificação própria, com exceção da terceira campanha do inverno, nas praias da Ilha de Paquetá.

4.2.2 Análise micrológica de água

Para o fenótipo “Negra com Borda Branca” (NBB), das oito vezes que os resultados deram positivo, somente uma vez corroborou com o observado nas análises do parâmetro *E. coli* para água (quarta vez primavera, na praia da Bica), e este não foi um dos maiores índices para NBB, portanto não foi levado em conta os valores de NBB em água. Porém ao se considerar os dados encontrados de NBB em água, com os de

areia, para os mesmo períodos que deram médias positivas, do total de 8 análises de NBB em água, 100% deram positivas em areia seca e úmida (Figura 25)

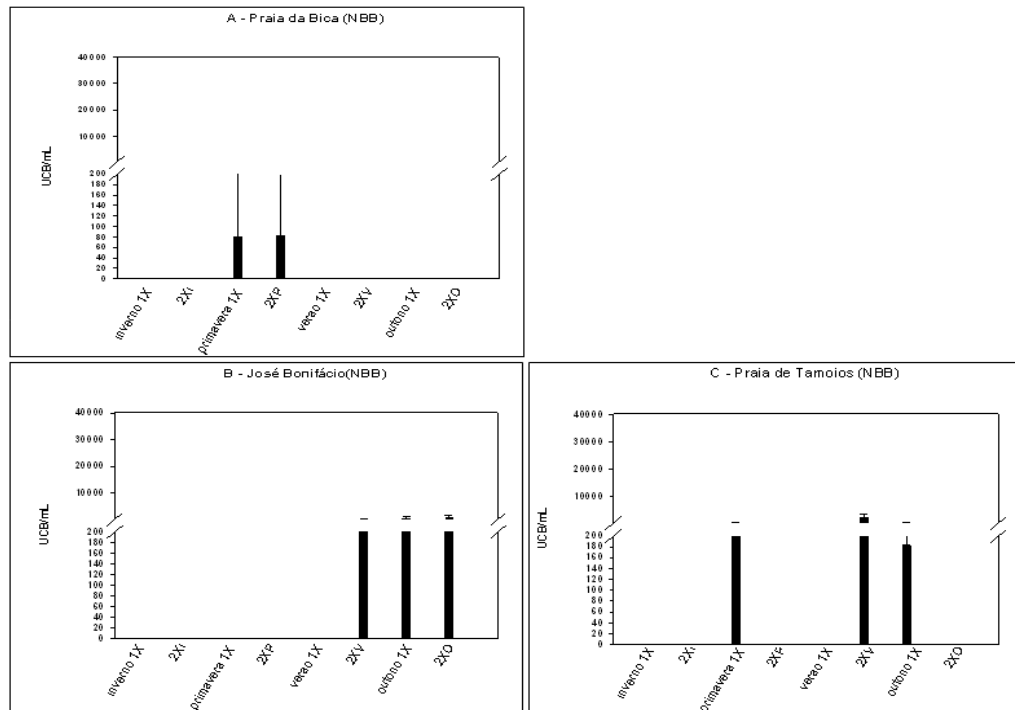


Figura 25 – Avaliação do fenótipo “Negra com Borda Branca” NBB nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painel A) e Ilha de Paquetá (Painéis B e C) em UCB/mL.

Para o fenótipo L24 h, foram considerados na análise os dados da média em unidade formadora de colônia (UFC) por mL, sendo encontrado em 28 % (5/21) do total de campanhas resultados de análises de L24 h em água corroborando com os resultados de análise de *E. coli* sendo na terceira vez primavera e outono; quarta vez outono na praia da Bica; quinta vez outono na praia de Tubiacanga; terceira vez inverno na praia José Bonifácio (Figura 26).

E ao se considerar os dados encontrados de L24h em água, com os de areia, para os mesmo períodos que deram médias positivas, do total de 21 análises de L24h em água, 76 % (16/21) deram positivas em areia seca e úmida.

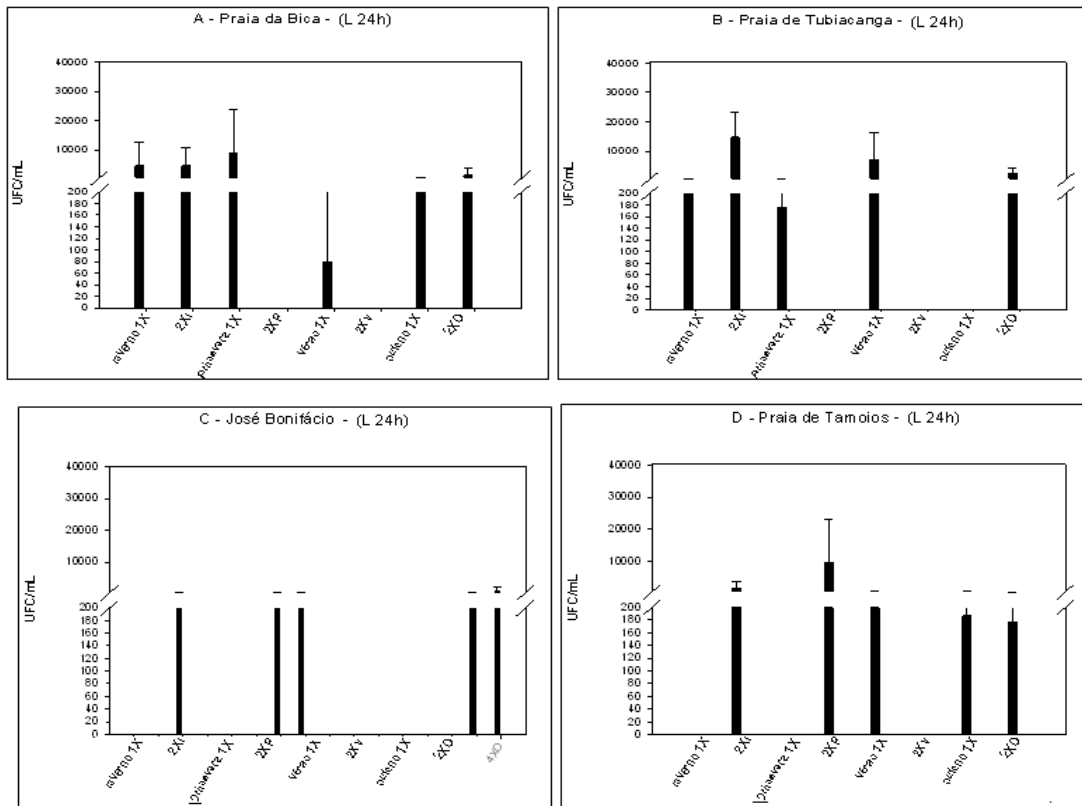


Figura 26 – Avaliação do fenótipo levedura branca opaca ou amarela em 24 horas (L 24h) nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) em UFC/mL.

Para o grupo de fenótipos que define como “Fungos Totais” (FT) foram considerados os dados das médias, sendo encontrado em 20% (4/25) do total de campanhas com resultados de análises de FT em água corroborando com os resultados de análise de *E. coli* sendo na terceira e quarta vez, primavera e outono respectivamente na praia da Bica; quarta vez inverno e outono na praia de Tubiacanga (Figura 27). Ao se considerar os dados encontrados de FT em água, com os de areia, para os mesmo períodos que deram médias positivas, do total de 25 análises de FT em água, 100% deram positivas em areia seca e úmida.

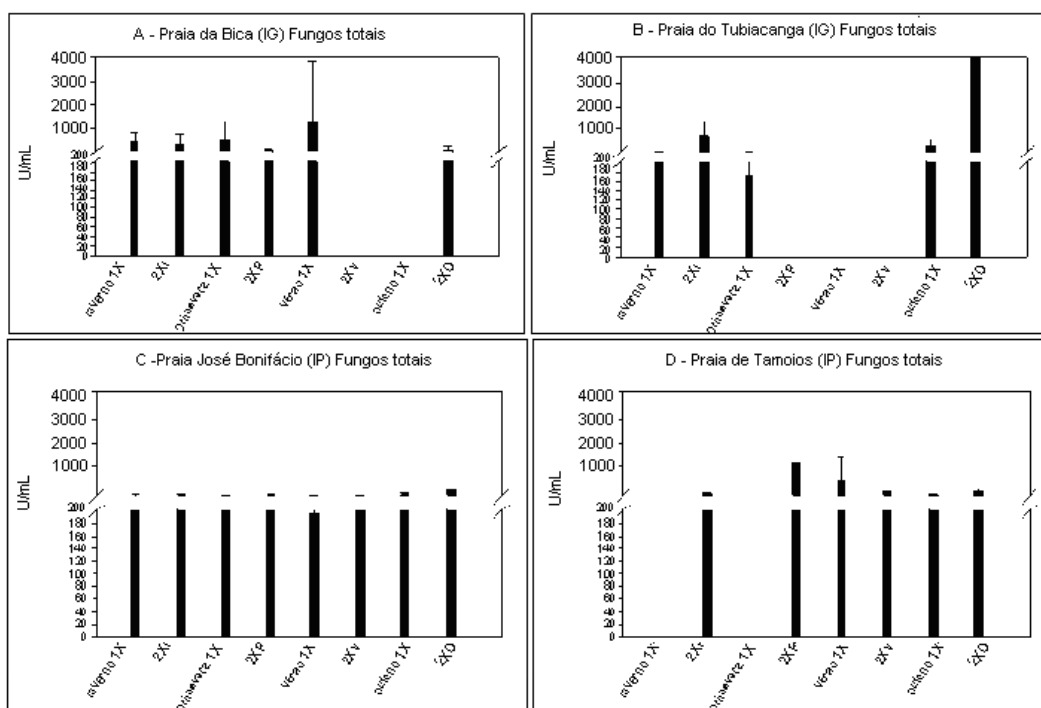


Figura 27 – Avaliação do fenótipo fungo total (FT) nas praias da Baía de Guanabara: Ilha do Governador (Painéis A e B) e Ilha de Paquetá (Painéis C e D) em U/mL.

A correlação de Pearson (r), entre os valores considerados de *E. coli* e de NBB em água não foi feita por ter apenas um valor a ser considerado. Entre os dados considerados de *E. coli* e de L24h para água, a correlação foi de -0,21, fraca e negativa. Também foi observado que a correlação entre as médias de *E. coli* e de FT, foi fraca e negativa, portanto não significativa.

Tabela 17 - Correlação linear de Pearson entre os dados considerados de *E. coli* com os de fungos em água.

Tipo de Fungo	Água
Fungos totais (FT)	-0,21071
Fenótipo NBB	Não foi feita
Fenótipo L24h	-0,22193

Considerando que não houve correlação de Pearson significativa entre dados de médias de *E. coli* que poderiam ser considerados, com os de NBB; de L24h e de FT. A comparação feita entre esses parâmetros de análises de contaminação não foi significativa como era esperado (Tabela 17). Portanto, este poderia levar em consideração a correlação com os dados de areia, para poderem ser considerados.

Tabela 18 - Valores considerados na análise de fungos em água, sem que houvesse correlação significativa de Pearson com os dados de *E. coli* considerados.

Tipo de Fungo /Matriz	Água
Fungos totais	U/mL (d = ± 753,12)
Fenótipo NBB	Não foi feita
Fenótipo L24h	UFC/mL (d = ±782,48)

4.3 Correlação colimétrica das matrizes água e areia

4.3.1 Correlação entre os parâmetros *E. coli* X CT

4.3.1.1 Análise das correlações por estação

A análise da correlação dos parâmetros *E. coli* e CT, que têm como unidades UFC/g e UFC/mL respectivamente, quando realizada a partir dos dados das médias dos pontos de coleta para todas as campanhas no período do inverno, demonstra que as matrizes água, areia úmida e areia seca foram significativas ao nível de 1%, 0,805; 0,980 e 0,811 respectivamente com ($p < 0,01$). O que já era esperado, devido ao *E. coli* fazer parte do grupo dos coliformes totais. Contudo, na avaliação da correlação entre as matrizes água e areia úmida; água e areia seca; areia úmida e areia seca para o parâmetro *E. coli* e CT não foram significativas ao nível de 5% com ($p > 0,05$), embora o esperado fosse o oposto, já que a areia é lavada pela água do mar, sendo influenciada pela mesma ABAE em 2008 [Tabela 19].

No período da primavera, as correlações dos parâmetros *E. coli* e coliforme total, medidas em UFC/g e UFC/mL, respectivamente após análise das médias dos pontos para todas as campanhas, nas três matrizes, só a água, apresentou valor de 0,545 ($p <$

0,05); portanto, significativa ao nível de 5%; Na avaliação da correlação entre as matrizes água e areia somente obteve valor significativo a correlação entre água e areia úmida 0,655, para *E.coli*; 0,668 CT e EC ambas ($p < 0,01$), porém, significativa ao nível de 1%. (Tabela 20).

No período do verão, a análise da correlação para os parâmetros *E. coli* e coliforme total, em água, apresentou valor de 0,782 ($p < 0,01$) sendo significativa. Avaliando a correlação entre as matrizes água e areia úmida para o parâmetro *E. coli*, medidos em UFC/g e UFC/mL, respectivamente, analisando os dados das médias dos pontos para todas as campanhas, o valor da correlação foi de 0,513 ($p < 0,05$); coliforme total apresentou o valor de 0,646 ($p < 0,01$), portanto, significativos (Tabela 21).

No período do outono, a análise da correlação para os parâmetros *E. coli* e coliforme total, cujas unidades são expressas em UFC/g e UFC/mL, analisando os dados das médias dos pontos para todas as campanhas, para areia seca foi de 0,618 ($p < 0,05$), significativos ao nível de 5%. Avaliando a correlação entre as matrizes água e areia úmida para o parâmetro *E. coli*, e coliforme total, o valor da correlação foram 0,785 e 0,689 respectivamente ($p < 0,01$), significativos ao nível de 1% (Tabela 22).

Os resultados das análises de correlação corroboram com os dados do estudo de Sato et al. (2005), em que a correlação de Pearson para coliformes fecais foi de 0,39 e para estreptococos foi de 0,25, portanto, significativos ao nível de 1% para as mesmas matrizes analisadas (água e areia úmida), mas não entre areia seca e água do mar nas praias do estado de São Paulo. Sob essa perspectiva, a CETESB afirmou que, geralmente, quando a água está boa, a areia também está, por outro lado, no ano de 2005, Boukai demonstrou em seu trabalho que não há essa correlação entre as matrizes.

A ABAE, em 2002, indicou o monitoramento para avaliação da qualidade sanitária da areia seca das praias de Portugal, devido à correlação existente entre areia úmida e água. Fato que corrobora com o presente estudo, entre as quatro estações avaliadas quanto à qualidade sanitária de suas areias e águas para os parâmetros *E. coli* e coliforme total, e quanto à correlação das matrizes água e areia, três (75%), foram significativas, com exceção do inverno.

Tabela 19 - Análise de correlação entre *E. coli* e coliformes totais (CT) nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação.

		<i>E. coli</i>			CT			
		Inverno	água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	0,02	0,23	0,81	0,10	-0,06
		p – valor	#	0,95	0,44	0,00	0,74	0,84
		N	14	14	14	14	14	14
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,02	1	0,03	0,39	0,98	0,24
		p – valor	0,95	#	0,91	0,17	0,00	0,40
		N	14	14	14	14	14	14
	areia seca	Correlação de Pearson	-0,23	0,03	1	0,27	-0,25	0,81**
		p – valor	0,44	0,91	#	0,35	0,93	0,00
		N	14	14	14	14	14	14
CT	água	Correlação de Pearson	0,81**	0,39	-0,27	1	0,49	-0,15
		p – valor	0,00	0,17	0,35	#	0,07	0,61
		N	14	14	14	14	14	14
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,10	0,98**	-0,03	0,49	1	0,20
		p – valor	0,74	0,00	0,93	0,07	#	0,50
		N	14	14	14	14	14	14
	areia seca	Correlação de Pearson	-0,06	0,24	0,81**	0,15	0,20	1
		p – valor	0,84	0,40	0,00	0,61	0,50	#
		N	14	14	14	14	14	14

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5%, respectivamente, # - ausência de valor, N - nº de campanhas que houve correlação.

Tabela 20 - Análise de correlação entre *E. coli* e coliformes totais (CT) nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação.

Primavera		<i>E. coli</i>			CT			
		água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca	
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	0,66**	0,17	0,55*	0,11	0,19
		p – valor	#	0,01	0,53	0,03	0,72	0,48
		N	16	15	16	16	15	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,66**	1	0,21	0,67**	0,16	- 0,36
		p – valor	0,01	#	0,46	0,01	0,57	0,18
		N	15	15	15	15	15	15
	areia seca	Correlação de Pearson	0,17	0,21	1	0,21	0,12	0,02
		p – valor	0,53	0,46	#	0,44	0,68	0,96
		N	16	15	16	16	15	16
CT	água	Correlação de Pearson	0,55*	0,67**	0,21	1	0,20	0,41
		p – valor	0,03	0,01	0,44	#	0,47	0,11
		N	16	15	16	16	15	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,10	0,16	0,12	0,20	1	0,13
		p – valor	0,72	0,57	0,68	0,47	#	0,64
		N	15	15	15	15	15	15
	Areia seca	Correlação de Pearson	0,19	0,36	0,02	0,41	0,13	1
		p – valor	0,48	0,18	0,96	0,11	0,64	#
		N	16	15	16	16	15	16

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # - ausência de valor, N - n° de campanhas que houve correlação.

Tabela 21 - Análise de correlação entre *E. coli* e coliformes totais (CT) nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação.

Verão		<i>E. coli</i>			CT			
		água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca	
<i>E. coli</i>	água	Correlação de	1	0,51*	0,20	0,78**	0,38	0,06
		Pearson						
		p – valor	#	0,04	0,46	0,00	0,15	0,84
	N		16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de	0,51	1	0,07	0,41	0,44	0,31
		Pearson						
		p – valor	0,04	#	0,79	0,12	0,10	0,24
	N		16	16	16	16	16	16
	areia seca	Correlação de	-0,20	0,07	1	0,08	0,12	0,34
Pearson								
p – valor		0,46	0,79	#	0,78	0,65	0,21	
N		16	16	16	16	16	16	
CT	água	Correlação de	0,78	0,41	-0,08	1	0,65**	0,16
		Pearson						
		p – valor	0,00	0,18	0,78	#	0,01	0,55
	N		16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de	0,38	0,44	-0,12	0,65**	1	0,20
		Pearson						
		p – valor	0,15	0,09	0,65	0,01	#	0,46
	N		16	16	16	16	16	16
	Areia seca	Correlação de	-0,56	0,31	0,34	0,16	0,20	1
Pearson								
p – valor		0,84	0,24	0,21	0,55	0,46	#	
N		16	16	16	16	16	16	

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # - ausência de valor, N - nº de campanhas que houve correlação.

Tabela 22 - Análise de correlação entre *E. coli* e coliforme total (CT) nas matrizes água, areia úmida e areia seca por estação.

Outono		<i>E. coli</i>			CT			
		água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca	
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	0,79	0,22	0,95**	0,14	0,68**
		p – valor	#	0,00	0,42	0,00	0,60	0,00
		N	16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,79	1	0,27	0,69	0,46	0,57
		p – valor	0,00	#	0,32	0,00	0,08	0,02
		N	16	16	16	16	16	16
	areia seca	Correlação de Pearson	0,22	0,27	1	0,26	-0,00	0,62*
		p – valor	0,42	0,32	#	0,33	0,97	0,01
		N	16	16	16	16	16	16
CT	água	Correlação de Pearson	0,95**	0,69**	0,26	1	0,13	0,69**
		p – valor	0,00	0,00	0,33	#	0,63	0,00
		N	16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,14	0,45	-0,00	0,13	1	0,00
		p – valor	0,60	0,08	0,10	0,63	#	0,98
		N	16	16	16	16	16	16
	areia seca	Correlação de Pearson	0,68**	0,57*	0,62*	0,69*	0,00	1
		p – valor	0,00	0,02	0,01	0,00	0,98	#
		N	16	16	16	16	16	16

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # ausência de valor.

4.3.1.2 Análise das correlações por praia

A análise das correlações para os parâmetros *E. coli* e CT, analisando os dados das médias dos pontos para todas as campanhas, não apresentou correlação significativa nas matrizes água, areia úmida e areia seca para a praia da Bica. Avaliando a correlação entre as matrizes água e areia úmida para o parâmetro *E. coli*, o valor da correlação foi de 0,059 ($p < 0,05$), portanto, significativo; (Tabela 23) (Figura 28).

A praia de Tubiacanga para os parâmetros *E. coli* e CT, analisando os dados das médias dos pontos para todas as campanhas, apresentou correlação significativa ao nível de 1% para a água 0,647 e para areia seca, foi de 0,646 respectivamente, ambos ($p < 0,01$). Avaliando a correlação entre as matrizes água e areia úmida para o parâmetro *E. coli*, o valor da correlação foi de 0,645 ($p < 0,05$), significativo (Tabela 24).

Na análise das correlações para os parâmetros *E.coli* e CT, analisando os dados das médias dos pontos para todas as campanhas para a praia José Bonifácio, a matriz água apresentou valor de 0,775; areia úmida foi de 0,740, portanto, ambos os valores foram significativos ao nível de 1%. ; água e areia úmida para CT apresentou o valor de 0,576 ($p < 0,05$), portanto, significativo (Tabela 25).

Na análise das correlações para os parâmetros *E. coli* e CT, na praia Tamoios, a matriz água apresentou valor de 0,88 ($p < 0,01$) significativo (Tabela 26).

Tabela 23 - Análise da correlação entre os valores dos parâmetros *E. coli* e CT nas matrizes: água, areia úmida e areia seca por praia

Bica		<i>E. coli</i>			CT			
		água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca	
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	0,59*	-0,09	-0,02	0,42	0,40
		p – valor	#	0,02	0,76	0,94	0,12	0,14
		N	15	15	15	15	15	15
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,59*	1	0,09	0,21	0,43	0,35
		p – valor	0,02	#	0,76	0,45	0,11	0,20
		N	15	15	15	15	15	15
	areia seca	Correlação de Pearson	-0,09	0,09	1	-0,23	-0,16	0,42
		p – valor	0,76	0,76	#	0,42	0,58	0,12
		N	15	15	15	15	15	15
CT	água	Correlação de Pearson	-0,02	0,21	-0,23	1	0,16	0,02
		p – valor	0,94	0,45	0,42	#	0,58	0,95
		N	15	15	15	15	15	15
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,42	0,43	-0,16	0,16	1	0,34
		p – valor	0,12	0,11	0,58	0,58	#	0,22
		N	15	15	15	15	15	15
	Areia seca	Correlação de Pearson	0,40	0,35	0,42	0,02	0,34	1
		p – valor	0,14	0,20	0,01	0,95	0,02	#
		N	15	15	15	15	15	15

(*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # ausência de valor.

Tabela 24 - Análise da correlação entre os valores dos parâmetros *E. coli* e CT nas matrizes água, areia úmida e areia seca por praia

Tubiacanga			<i>E. coli</i>			CT		
			água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	0,65*	-0,15	0,65**	-0,06	0,24
		p – valor	#	0,01	0,59	0,01	0,85	0,39
		N	15	14	15	15	14	15
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,65*	1	-0,05	0,34	-0,08	0,26
		p – valor	0,01	#	0,86	0,23	0,78	0,36
		N	14	14	14	14	14	14
	areia seca	Correlação de Pearson	-0,15	0,05	1	0,16	0,09	0,65**
		p – valor	0,59	0,86	#	0,56	0,76	0,01
		N	15	14	15	15	14	15
CT	água	Correlação de Pearson	0,65**	0,34	-0,16	1	0,19	-0,01
		p – valor	0,01	0,23	0,56	#	0,51	0,98
		N	15	14	15	15	14	15
	areia úmida	Correlação de Pearson	-0,06	-0,08	-0,09	0,19	1	-0,17
		p – valor	0,85	0,78	0,76	0,51	#	0,55
		N	14	14	14	14	14	14
	Areia seca	Correlação de Pearson	0,24	0,26	0,65	-0,01	-0,17	1
		p – valor	0,39	0,36	0,01	0,98	0,55	#
		N	15	14	15	15	14	15

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # ausência de valor.

Tabela 25 - Análise da correlação entre os valores dos parâmetros *E. coli* e CT nas matrizes Água, areia úmida e areia seca por praia

José Bonifácio		<i>E. coli</i>			CT			
		água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca	
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	0,23	-0,17	0,78**	0,08	-0,26
		p – valor	#	0,39	0,53	0,00	0,78	0,34
		N	16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,23	1	0,02	0,69**	0,74**	0,22
		p – valor	0,39	#	0,94	0,00	0,00	0,42
		N	16	16	16	16	16	16
	areia seca	Correlação de Pearson	-0,17	0,02	1	0,02	-0,08	0,45
		p – valor	0,53	0,94	#	0,93	0,77	0,08
		N	16	16	16	16	16	16
CT	água	Correlação de Pearson	0,78**	0,69**	0,02	1	0,57*	0,07
		p – valor	0,00	0,00	0,93	#	0,01	0,79
		N	16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	0,08	0,74**	-0,08	0,58*	1	0,28
		p – valor	0,78	0,00	0,77	0,01	#	0,29
		N	16	16	16	16	16	16
	Areia seca	Correlação de Pearson	-0,26	0,22	0,45	0,07	0,28	1
		p – valor	0,34	0,42	0,08	0,79	0,29	#
		N	16	16	16	16	16	16

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # ausência de valor.

Tabela 26 -. Análise da correlação entre os valores dos parâmetros *E. coli* e CT nas matrizes Água, areia úmida e areia seca por praia

Tamoios		<i>E. coli</i>			CT			
		água	areia úmida	areia seca	água	areia úmida	areia seca	
<i>E. coli</i>	água	Correlação de Pearson	1	-0,08	-0,11	0,88**	0,05	0,23
		p – valor	#	0,78	0,68	0,00	0,86	0,39
		N	16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	-0,08	1	-0,20	0,00	0,28	0,03
		p – valor	0,78	#	0,45	0,99	0,29	0,92
		N	16	16	16	16	16	16
	areia seca	Correlação de Pearson	-0,11	-0,20	1	0,03	0,06	0,40
		p – valor	0,68	0,45	#	0,03	0,82	0,12
		N	16	16	16	16	16	16
CT	água	Correlação de Pearson	0,88**	0,00	0,03	1	0,13	0,38
		p – valor	0,00	0,99	0,92	#	0,62	0,15
		N	16	16	16	16	16	16
	areia úmida	Correlação de Pearson	-0,05	0,28	0,06	0,13	1	0,62*
		p – valor	0,86	0,29	0,82	0,62	#	0,01
		N	16	16	16	16	16	16
	Areia seca	Correlação de Pearson	0,23	0,03	0,40	0,38	0,62*	1
		p – valor	0,39	0,92	0,12	0,15	0,01	#
		N	16	16	16	16	16	16

(**) - $p < 0,01$; (*) - $p < 0,05$ correlação significativa ao nível de 1% e 5% respectivamente, # ausência de valor.

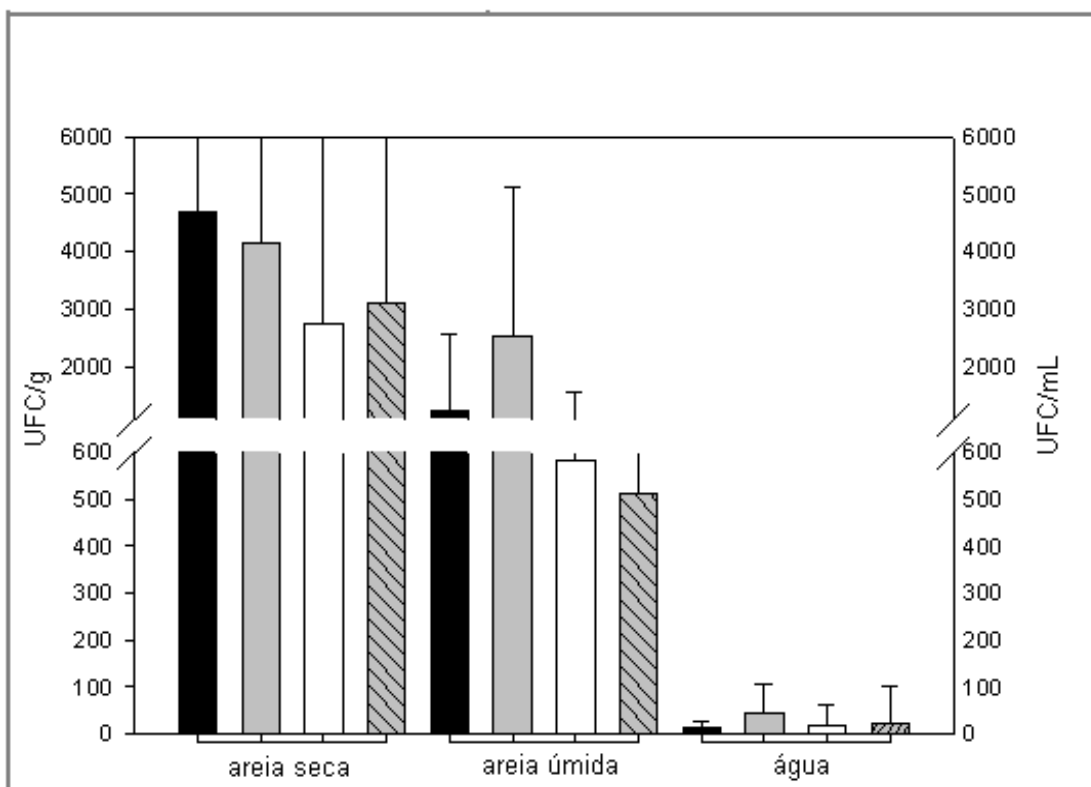


Figura 28 - Correlação geral das condições sanitárias entre as três matrizes analisadas (areia seca; areia úmida em UFC/g e água em UFC/mL), para as quatro praias monitoradas: **■** Praia da Bica; **■** Praia da Ponta do Tubiacanga; **□** Praia José Bonifácio; **▨** Praia Tamoios

4.4 Análise micológica geral de fungos filamentosos

Das 517 amostras de fungos filamentosos (FF) que seguiram para identificação, 291 mostraram-se impróprias para seguir na identificação, ou por estarem contaminadas ou não estavam viáveis na cultura. Foram identificadas 226 das amostras (44%), sendo encontradas diferentes identificações, algumas foram até espécie, ou até grupo, ou até gênero (Tabela 27).

Tabela 27 – Frequência das descrições feitas para as amostras de FF identificadas

Identificação	Frequência
<i>Ascomycota sp</i>	8
<i>Aspergillus niger</i>	66
<i>Aspergillus fumigatus</i>	8
<i>Aspergillus japonicus</i>	1
<i>Aspergillus sp</i>	10
<i>Aspergillus onyzae</i>	1
<i>Aspergillus flavus</i>	1
<i>Aspergillus sulphureus</i>	1
<i>Cladosporium sp</i>	18
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3
<i>Curvularia senegalenses</i>	1
<i>Eurotium amstelodami</i>	1
<i>Fusarium sp</i>	15
<i>Gliocladium sp</i>	7
<i>Mycelia sterilya</i>	11
<i>Penicillium citrinum</i>	2
<i>Penicillium sp</i>	33
<i>Phialophora richardisiae</i>	1
<i>Penicillium corylophilum</i>	1
<i>Penicillium expansum</i>	1
<i>Penicillium purpurogenum Stoll</i>	1
<i>Parcilomyces sp</i>	1
<i>Pestalotiopsis guepini</i>	1
<i>Trichoderma sp</i>	32
<i>Zygmota</i>	1
Total identificado	226

Observando os gêneros de maior ocorrência das amostras de FF que seguiram na identificação foram observados os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* como os de maior frequência percentual, de 39% e 17%, respectivamente (Tabela 28).

Tabela 28 – Ocorrência dos gêneros de FF de maior frequência no geral

Gênero	Frequência (percentual)
<i>Aspergillus</i>	88 (39%)
<i>Penicillium</i>	38 (17%)
<i>Trichoderma</i>	32 (14%)
<i>Cladosporium</i>	21 (9%)

4.5 Análise das condições sanitárias de fungos em areia

Na análise dos microrganismos do reino *Fungi*, foram encontrados fungos em 88,3% (624/707) dos pontos de coleta de amostras em areia úmida e areia seca nas quatro estações do ano (Figura 29). Sendo o período do inverno a estação de maior ocorrência de fungos, apresentando resultado superior em areia seca. Houve, em todos os pontos de coleta, campanhas e estações do ano, crescimento de fungos. Para os fungos filamentosos, a ocorrência foi de 25,32% (158/624) nos pontos, sendo 61% deste total encontrados em areia seca e 39% em areia úmida. Para os fungos do tipo leveduras, a ocorrência foi de 43,98% (84/191), sendo 60% encontrados nos pontos de areia seca e 40% em areia úmida.

A primavera foi a segunda estação de maior ocorrência de fungos, sendo encontrados fungos filamentosos em 68% dos pontos de areia seca e 32% dos pontos de areia úmida, e as leveduras em 59% dos pontos de areia seca e 41% de areia úmida (Figura 30). Esse fato deve ser devido a existência nesta área do fenômeno de bioacumulação, descrito por Mancini et al (2005), uma vez que foi na faixa de areia seca encontrado resto de alimentos, deixado pelos banhistas, peixes mortos e grande quantidade de resíduos sólidos, que favorecem à sobrevivência dos fungos. E essa faixa não sofreu a influência da salinidade, como ocorre para areia úmida.

Durante o período do estudo as estações não foram demarcadas por diferenças bruscas de temperatura e umidade. Média de temperatura - 24,8°C (d=3,23) e média de umidade - 75,44 % (d=10,40)

Após isolamento em meio específico, o grupo de fungos filamentosos selecionados pelo fenótipo foi encaminhado para identificação. Foram selecionadas 498

colônias, contudo apenas 147 estirpes (29,5%) seguiram na sequência de identificação, com validação da metodologia de análise pelos fenótipos. (Tabela 29). Entre os dez fenótipos dos fungos filamentosos definidos no estudo, os três de maior ocorrência foram: verde-azulado filamentoso borda branca (VBB) com ocorrência em 30% dos pontos de coleta (47/158); negra com borda branca (NBB) com ocorrência em 22,2% (26/117) dos pontos de coleta; e branca espaiada algodoadosa (BEA) com ocorrência em 21,5% (34/158) nos pontos de coleta (Figura 29).

Do conjunto das 59 cepas isoladas com o fenótipo verde-azulado filamentoso borda branca (VBB), que foram selecionadas para seguirem no processo de identificação, 35,6% (21/59), foram identificadas como pertencente ao gênero *Penicillium sp.* E das 44 cepas isoladas com o fenótipo negra com borda branca (NBB) 70% (31/44) foram identificadas como pertencentes ao gênero *Aspergillus*.

A partir desses levantamentos, cabe ressaltar que com a alta correlação entre o fenótipo NBB e a identificação como cepa do gênero *Aspergillus*, na projeção estatística desse valor da correlação para com o número de pontos onde foram observados estes fenótipos, podemos dizer que a estimativa de ocorrência desse fenótipo seria de 44% (275/624), portanto, uma estimativa do risco associado a microrganismos do gênero *Aspergillus*, para as praias da Ilha do Governador foi de 35,7 % no inverno, 40,5 % na primavera, 4,8 % no outono e 4,8 % no verão; enquanto que para as praias da Ilha de Paquetá foi de 9,5 % no inverno; 16,6 % na primavera e 11,9 % no outono e 2,4 % no verão. Portanto, o risco relacionado às espécies pertencentes ao gênero *Aspergillus* foi maior no período da primavera nas praias da Ilha do Governador.

Segundo ABAE (2002) as espécies do gênero *Aspergillus* encontrados no ambiente pode causar Aspergiloses, na forma invasiva, alérgica ou tóxica; e as espécies de *Aspergillus* oportunistas podem infectar diversos órgãos em indivíduos imunodeprimidos como crianças e idosos.

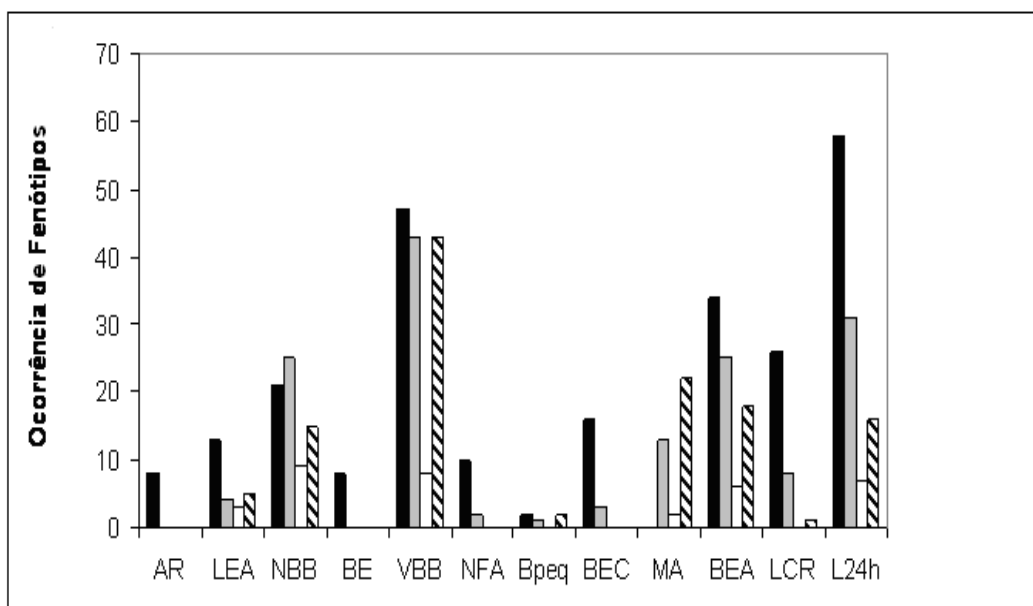


Figura 29 – Ocorrência dos fenótipos dos fungos encontrados na matriz areia. **AR**- amarela redonda; **LEA**- laranja espreada algodanosa; **NBB**- negra com borda branca; **BE**-branca esfumada; **VBB**-verde-azulada filamentosa borda branca; **NFA**-negra filamentosa algodanosa; **Bpeq**- branca pequena; **BEC**- branca espelhada; **MA**-marrom algodanosa; **BEA**- branca espreada algodanosa; **LCR**- levedura laranja redonda; **L24h**- levedura branca crescida com 24 horas.nas estações, ■ inverno; □ primavera; □ verão ; ▨ outono

Tabela 29 - Frequência dos fenótipos de fungos filamentosos e leveduras por pontos de coleta por estação, e matriz

	Inverno		Primavera		Verão		Outono		Total Geral
	seca	úmida	seca	úmida	seca	úmida	seca	úmida	
AR	5	3	0	0	0	0	0	0	8
LEA	8	5	3	1	2	1	2	3	25
NBB	19	1	22	4	7	2	18	6	79
BE	1	7	0	0	0	0	0	0	8
VBB	31	16	30	13	4	4	26	17	141
NFA	9	1	2	0	0	0	0	0	12
Bpeq	1	1	0	1	0	0	1	1	5
BEC	3	13	1	2	0	0	0	0	19
MA	0	0	8	5	2	0	12	10	37
BEA	19	15	14	11	3	3	20	12	97
LCR	18	8	6	2	0	0	1	0	35
L24h	32	26	17	14	4	3	6	10	112
Total Geral	146	96	103	53	22	13	86	59	578
só FF	96	62	80	37	18	10	79	49	431
só Lev	50	34	23	16	4	3	7	10	147

Dos 191 pontos de ocorrência com leveduras, 78% (149) deles tinham o fenótipo “levedura branca” (L24h) e 22% (42) tinham fenótipo “laranja colônia redonda” (LCR).

Do grupo identificado como L24h, foram isoladas e guardadas em coleção de cultura 213 cepas, sendo 155 com o registro de leveduras típicas (T) para o gênero *Candida* e 58 com o registro de atípicas (A) para o gênero *Candida*.

Do grupo típicas (T), 40,97% (84) foram isolados da matriz areia seca; e 34,63% (71), de areia úmida. Todo esse grupo foi levado para identificação parcial por crescimento em meio cromogênio para o gênero *Candida*, sendo identificadas como pertencentes ao gênero *Candida* 29,3% (82) das cepas, contudo todas “não *albicans*”. Sendo estas isoladas de 45,12 % (37) de areia seca e 29,26% (24) de areia úmida.

Nesse sentido, ressaltamos que Sato et al (2005), ao avaliar a qualidade sanitária de areia seca e areia úmida em 16 praias de São Paulo, encontraram 18% (288) cepas isoladas como sendo do gênero *Candida* em areia seca, com maior número das amostras durante a primavera, 27% (13), em relação aos 23% (11) em areia úmida. Corroborando com o presente estudo, que encontrou maior contaminação por levedura na matriz areia seca 40,97% (84) quando comparada com os 34,63% (71) da areia úmida (Figura 22) nos períodos do inverno e primavera.

Segundo Mancini et al (2005), após análise de fungos e bactérias em areia de praia da Itália, utilizando a mesma metodologia do presente estudo das praias da Baía de Guanabara, pela técnica de membrana filtrante, contudo expressando os resultados em UFC/100g de areia, foi encontrado o maior percentual de bactérias em areia do que

em água, assim como para fungos filamentosos. Naquele trabalho, foram encontrados 15% dos fungos filamentosos como pertencentes ao gênero *Penicillium*, seguido de 12% dos fungos do gênero *Aspergillus*.

Esses autores defenderam que a ocorrência de fungos na matriz areia seja devido ao fenômeno de bioacumulação que faz com que a areia seja geralmente mais contaminada do que a água.

Gomes et al (2008), em seus trabalhos realizados em duas praias de Olinda, Pernambuco (Brasil), encontraram, também, esses mesmos gêneros como de maior frequência em areia (Figura 30 e 31), sendo isoladas e identificadas 57 espécies correspondentes ao gênero *Aspergillus* e 32 amostras de *Penicillium*, encontradas neste trabalho na ocorrência de 30,4% e de 16,2% respectivamente.

Do mesmo modo que ocorreu no presente estudo, Tauk-Tornisielo (2005) isolaram fungos filamentosos do solo do Parque Ecológico de Juréia-Itatins e verificaram que os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* foram os de maior ocorrência.

Coadunam-se com os dados encontrados neste trabalho os dados dos demais autores, que corroboram com o presente estudo, sendo que, dentre os gêneros mais frequentes, destaca-se o *Aspergillus*, encontrado em 71,4% (30) dos pontos e o *Penicillium* em 32,86% (23) na matriz areia seca.

Dessas acepções, podemos ressaltar que espécies de *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Penicillium*, encontrados nas praias, pode ser uma fonte de infecção para micoses superficiais e profundas sendo as espécies do gênero *Aspergillus* as mais responsáveis por infecções respiratórias em pacientes imunocomprometidos (SIDRIM e MOREIRA, 1999).

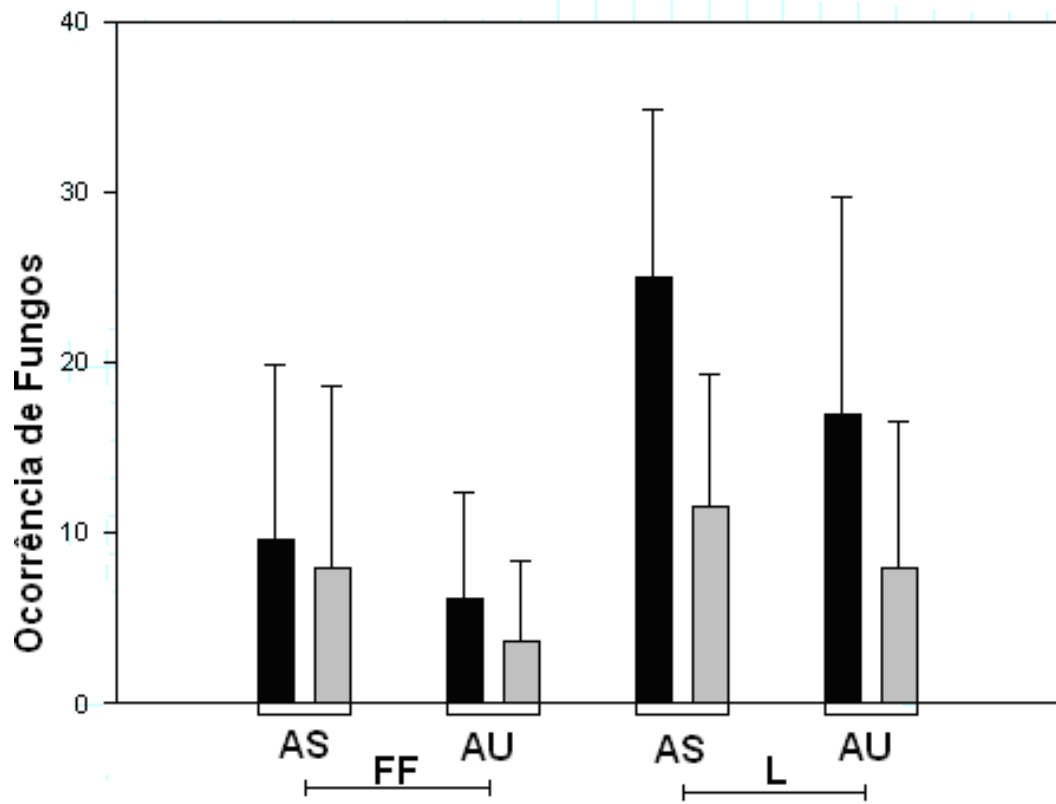


Figura 30 - Ocorrência de fungos filamentosos (FF) e leveduras (L) nos pontos de areia seca (AS) e de areia úmida (AU), nos períodos de maior frequência:

Inverno ■ ; primavera □

Tabela 30 – Ocorrência das leveduras isoladas em coleção de cultura, típicas para o gênero *Candida* e atípicas para este gênero, por matriz e por estação.

Campanha	Matriz	Típicas				Atípicas				Total
		I. GOVERNADOR		I. PAQUETÁ		I. GOVERNADOR		I. PAQUETÁ		
		BI	TU	JB	TA	BI	TU	JB	TA	
inverno 3x	Areia seca	11	0	7	6	3	0	0	0	27
	Areia úmida	11	1	1	5	1	0	0	0	19
inverno 4x	Areia seca	1	0	6	0	5	0	0	2	14
	Areia úmida	6	0	4	3	1	1	1	2	18
primavera 3x	Areia seca	18	1	2	2	4	0	0	1	28
	Areia úmida	8	0	2	3	2	0	0	0	15
primavera 4x	Areia seca	6	0	5	2	14	0	0	1	28
	Areia úmida	0	7	4	4	1	1	0	0	17
outono 3x	Areia seca	4	3	0	1	1	2	0	0	11
	Areia úmida	8	1	0	0	0	0	0	0	9
outono 4x	Areia seca	0	0	2	0	1	0	0	6	9
	Areia úmida	0	0	1	1	0	0	3	3	8
verão 3x	Areia seca	1	0	3	0	2	0	0	0	6
	Areia úmida	0	0	0	1	0	0	0	0	1
verão 4x	Areia seca	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	Areia úmida	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		77	13	37	28	35	4	4	15	213

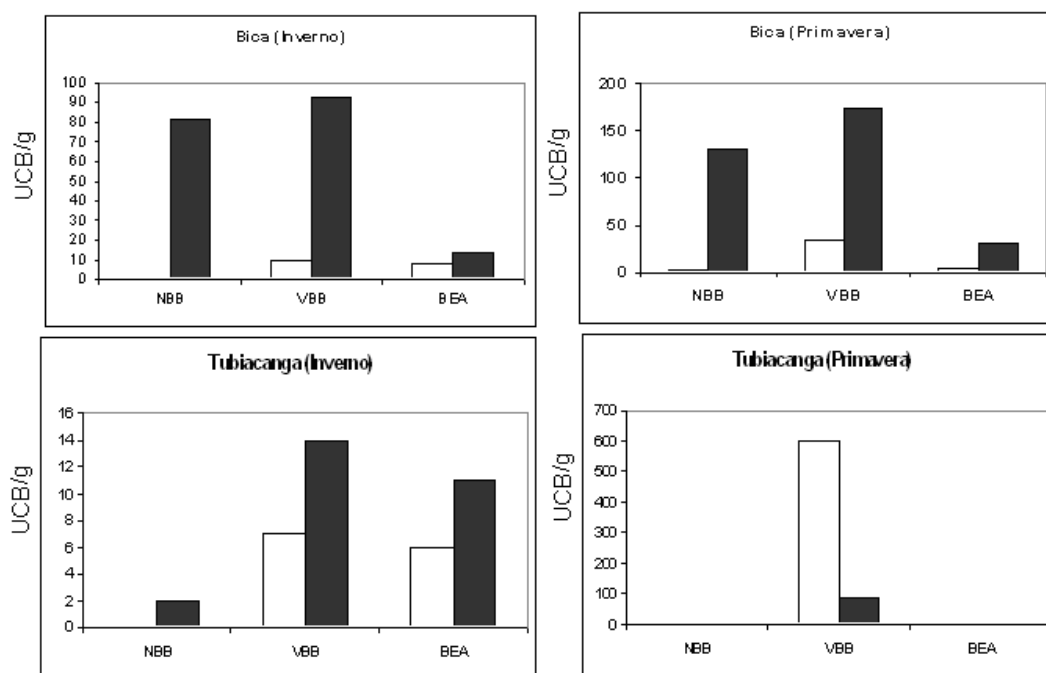


Figura 31 - Ocorrência dos fenótipos dos fungos filamentosos NBB, VBB e BEA (UCB/g) nas praias da Ilha do Governador. ■ : areia seca; □ : areia úmida.

4.6 Proposta de valores limites para fungos

4.6.1 Para areia

A exemplo da classificação apresentada por diversos autores e países (BOUKAI, 2005), (Andraus, 2006), (ABAE, 2002) e nas Resoluções (SMAC, 2000 e SMAC 2010) que tratam sobre o assunto sobre análises colimétricas de areia em áreas de recreação, foi feita com o conjunto de análises dos resultados obtidos para os dois tipos de fenótipos de fungos de maior importância na saúde pública, sendo consideradas as faixas de risco em relação aos principais gêneros que podem ser encontrados pertencentes a esses grupos de fenótipos, gênero *Aspergillus* (no grupo NBB) e gênero *Candida* (no grupo L24h). Considerando a linha de corte proposta para NBB, como sendo 1,63 UCB/g, todas as vezes que houveram resultados positivos para NBB a areia

das praias estavam impróprias, assim como ocorreu considerando o parâmetro L24h, de 26,55 UFC/g, todas impróprias com nível alto de risco.

Tabela 31 – Proposta de valores limites em areia de áreas de recreação para fungos

Classificação	NBB (UCB/g)	L24h (UFC/g)
Excelente	0 a 0,58	0 a 3,51
Boa	0,59 a 1,62	3,52 a 26,54
Imprópria (risco médio)	1,63 a 2,66	26,55 a 52,60
Imprópria (risco alto)	> 2,66	> 52,60

4.6.2 Para água

Embora a Resolução 274 de 2000 da CONAMA estabeleça todos os parâmetros colimétricos para água, no Brasil, assim como em outros países ainda não temos uma metodologia de análise que considere o risco de contaminação das águas pela presença de fungos potencialmente patogênicos. O conjunto de análises dos resultados obtidos para os dois tipos de fenótipos de fungos, que sugerem a presença de fungos do gênero *Aspergillus* (no grupo NBB) e do gênero *Candida* (no grupo L24h), sendo sugerido os limites na Tabela 32, a análise com os valores limites propostos permitem concluir que em (11/22) 50% das vezes as águas das praias estavam impróprias para recreação, assim como ocorreu considerando os parâmetros colimétricos.

Tabela 32 - Proposta de valores limites em água de áreas de recreação para fungos

Classificação	FT (U/mL)	L24h (UFC/mL)
Excelente	0 – 66,78	0 – 321
Boa	66,79 – 819,9	322 – 612,88
Imprópria (risco médio)	820 – 1573,03	612,89 – 933,88
Imprópria (risco alto)	> 1573,03	> 933,88

4.7 Análise das condições sanitárias de fungos em água

A caracterização sanitária das águas destinadas à balneabilidade foi padronizada pelo CONAMA na Resolução 274/00 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), este órgão federal que não estabelece limites para avaliação da qualidade sanitária de água doce ou salina, na classificação quanto à presença ou não da existência de fungos. Em função desta lacuna, o presente estudo analisou a ocorrência da micobiota nas amostras de água das praias da Bica e Tubiacanga da Iha do Governador e das praias José Bonifácio e Tamoios na Ilha de Paquetá, considerando os fenótipos dos fungos de maior ocorrência (Figura 32). Sendo o fenótipo L 24h encontrado nas estações de maior frequência (Figura 33) em 53% (44/83) dos pontos; para o fenótipo VBB 26,5 % (22/83) foi observado; e para o fenótipo NBB 10,8 % (9/83); e para BEA foi de 24 % (20/83) dos pontos, no inverno e na primavera as levedura foram encontradas em 69,2% (75/83) dos pontos na praia de Bica, no período do inverno.

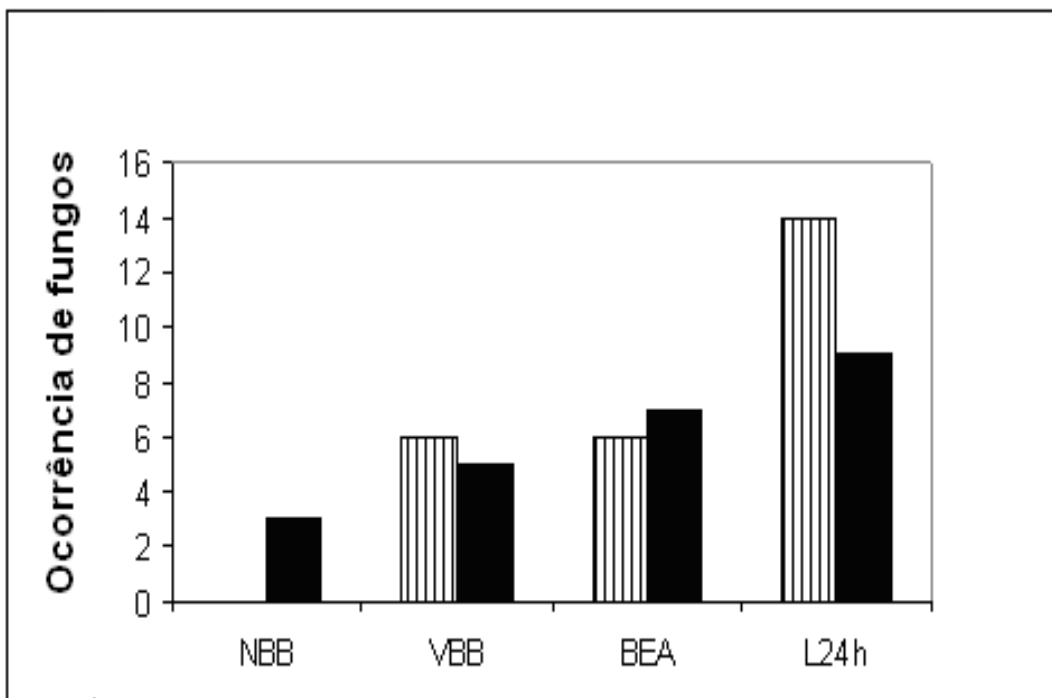


Figura 32 - Ocorrência de fungos mais frequentes em água nas estações do inverno (▨) e da primavera (■).

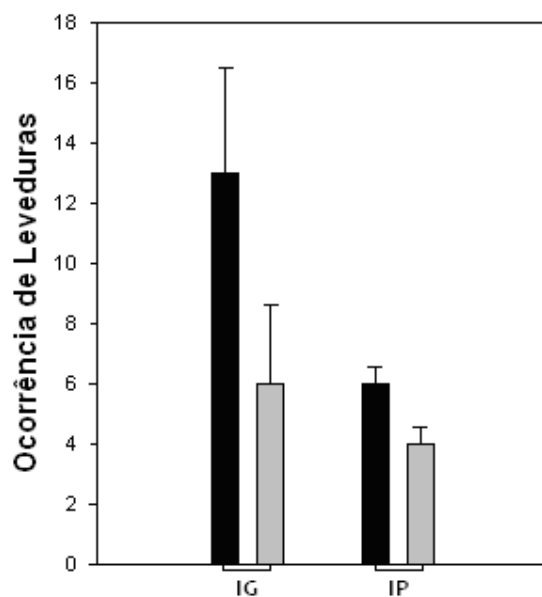


Figura 33 – Ocorrência de leveduras em água nas estações de maior incidência.

■ : inverno; □ : primavera. IG: Ilha do Governador; IP: Ilha de Paquetá.

De acordo com Vieira *et al.* (2001), a água do mar apresenta baixa ocorrência de fungos filamentosos e leveduras, esses autores defendem que isso acontece devido à salinidade ser tóxica para esses microrganismos. Esse fato também foi observado no presente estudo, principalmente na primavera que houve a menor ocorrência de fungos na água, somado ao efeito da salinidade alta dentro deste período também devido à alta influência da radiação solar, que podem ser os agentes responsáveis pela baixa presença destes microrganismos neste período. Na figura 33 e 34 pode ser observado que a maior ocorrência de fungos filamentosos e levedura foram no período do inverno 57,14%, fungos filamentosos em 28%.

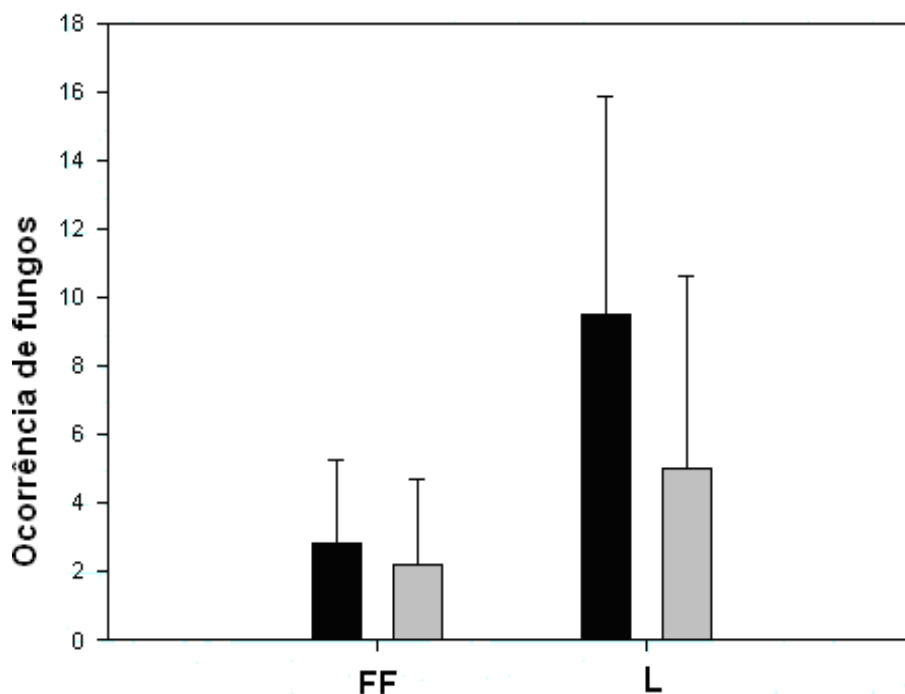


Figura 34 – Ocorrência de Fungos Filamentosos (FF) e Leveduras (L) em água nos períodos do: inverno ■ ; primavera □

4.8 Correlação entre a ocorrência de *E. coli* e de fungos

Para avaliação deste tipo de correlação foi considerado o parâmetro colimétrico de maior importância na avaliação da saúde ambiental, os índices de *E. coli*, e dentro do grupo dos fungos, foi considerado os dois grupos de maior ocorrência, e também com indicativo de importância para saúde pública: (1) as leveduras 24 h (L24h) típicas para o gênero *Candida* (Tabela 30, 33), e o fenótipo NBB (Tabela 34), em que 70% esta relacionado com a ocorrência do gênero *Aspergillus*. Dos dados obtidos das correlações, *E. coli* e L24h aponta correlação estatística não significativa, enquanto a correlação entre *E. coli* e NBB foi de 0,670 significativa ao nível de 1% . Portanto podemos concluir que os frequentadores das praias estudadas possuem duplo risco de contrair doenças infecciosas e micóticas através da exposição à água e ou areia contaminadas, dependendo do estado imunológico de cada banhista.

Tabela 33 – Análise estatística da correlação entre *E. coli* e Levedura 24h

Correlação <i>E.coli</i> / Levedura		<i>E.coli</i>	L24h
<i>E.coli</i>	Correlação de Pearson	1	0,38
	p-valor	#	0,14
	N	16	16
L24h	Correlação de Pearson	0,39	1
	p-valor	0,14	#
	N	16	16

Tabela 34 – Análise estatística da correlação entre *E. coli* e fungo (NBB)

Correlação <i>E.coli</i> / fungo		<i>E.coli</i>	NBB
<i>E.coli</i>	Correlação de Pearson	1	0,67**
	p-valor	#	0,00
	N	16	16
L24h	Correlação de Pearson	0,67**	1
	p-valor	0,00	#
	N	16	16

** Correlação significativa ao nível de 1%, # ausência de valor

Na tabela 25 está apresentado o valor obtido da correlação geral entre todo o grupo que compõe os dados colimétricos, *E. coli* (EC) e coliformes totais (CT); e os dados da soma do grupo dos fungos filamentosos de maior ocorrência (VBB, NBB e BEA) com as leveduras de maior ocorrência (L24h), não sendo encontrado valor de correlação significativa, entre esses parâmetros. Portanto podemos inferir que nos momentos de maior risco a contaminação por bactérias relacionadas com a presença de esgoto nas matrizes, e que este coincidiu com o risco relacionado também com a contaminação das matrizes devido à presença de fungos do gênero *Aspergillus*

Tabela 35 – Análise estatística da correlação entre Bactérias (EC+CT) e Fungos (VBB+NBB+BEA+L24h)

Correlação Bactérias / Fungos		Bactérias	Fungos
Bactérias	Correlação de Pearson	1	0,29
	p-valor	#	0,34
	N	16	16
Fungos	Correlação de Pearson	0,26	1
	p-valor	0,34	#
	N	16	16

4.9 Correlação dos dados colimétricos e micológicos com os parâmetros de observações física do ambiente praiano

Considerando a correlação estatística entre os dados relacionados aos parâmetros de coliformes totais e *E. coli* presentes em areia com os dados de temperatura e umidade do ar presente nos mesmos dias que foram realizadas as coletas, foi observado que não houve correlação estatística significativa entre eles a nível de 5% .

Portanto a contaminação do ambiente praiano não dependeu do aumento ou redução das variáveis físicas ambientais, como temperatura e umidade, devido provavelmente à ausência de alterações significativas durante as estações do ano, no período que foram feitas as coletas (Tabela 26).

Tabela 36 – Média dos valores de temperatura de umidade no período de estudo, na Ilha do Governador IG) e na Ilha de Paquetá (IP)

Estação	(IG)		(IP)	
	Temperatura(C)	Umidade Relativa do Ar (%)	Temperatura(C)	Umidade Relativa do Ar (%)
Inverno (2008)	21,75°C (d=2,99)	76% (d=11,75)	23,75°C (d=4,72)	66,25% (d=22,20)
Primavera (2008)	25,7°C (d= 2,75)	66,25% (d=9,46)	24,5°C (d=1,51)	75,75% (d=4,50)
Verão (2009)	25,5°C (d=2,08)	75,5% (d= 8,76)	23 °C (d= 0,82)	78,5 % (d=6,60)
Outono (2009)	22,7 °C (d= 2,22)	84% (d=5,23)	23°C (d= 2,45)	82,75% (d=6,07)
Período dos 12 meses	24,8 °C (d= 3,23)	75,44% (d=10,40)	24,8 °C (d=3,23)	74,96% (d=11,15)

4.9.1 Média da temperatura e umidade no período de estudo

Período dos 12 meses: 24,8°C (d=3,23) / 75,44 % (d=10,40).

Tabela 37 – Correlação estatística entre os dados de fungos filamentosos e leveduras em areia com dados de temperatura e umidade

		VBB	NBB	BEA	L24h	Temperatura do ar	Umidade
VBB	Correlação de Pearson	1	0,69**	0,07	0,68**	0,25	0,33*
	p – valor		0,00	0,67	0,00	0,09	0,03
	N	47	17	36	22	47	47
NBB	Correlação de Pearson	0,69**	1	0,13	0,71*	0,05	-0,20
	p – valor	0,00	#	0,65	0,02	0,85	0,40
	N	17	20	15	10	20	20
BEA	Correlação de Pearson	-0,07	0,13	1	-0,09	0,22	-0,06
	p – valor	0,67	0,65	#	0,71	0,17	0,74
	N	36	15	40	19	40	40
L24h	Correlação de Pearson	0,68**	0,70*	0,09	1	0,38*	0,10
	p – valor	0,00	0,02	0,71	#	0,04	0,56
	N	22	10	19	31	31	31
Temperatura do ar	Correlação de Pearson	0,25	0,04	0,22	0,38	1	-0,09
	p – valor	0,09	0,85	0,17	0,04	#	0,47
	N	47	20	40	31	64	64
Umidade	Correlação de Pearson	0,33*	-0,20	0,06	0,11	-0,09	1
	p – valor	0,03	0,40	0,74	0,56	0,47	#
	N	47	20	40	31	64	64

Considerando a correlação dos dados de ocorrência dos fungos mais frequentes em areia, representados pelos fenótipos verde-azulada filamentosa borda branca (VBB); negra com borda branca (NBB); branca espraçada algodonosa (BEA) e levedura branca (L24h), com os dados de temperatura e umidade do ar para os mesmos dias que foram realizadas as coletas, foi observado que a correlação do fenótipos verde-azulada filamentosa borda branca (VBB) com os dados de umidade, foi de 0,326, $p < 0,05\%$ e

para levedura opaca branca (L24h) com os dados de temperatura, foi de 0,380 ($p < 0,05\%$). Portanto ambos significativos ao nível de 5%. As outras correlações, entre os fungos de maior ocorrência obtiveram $p > 0,05$, portanto não sendo significativos, ao nível de 5%.

A correlação estatística entre os dados colimétricos de CT com dados de temperatura não foi significativa, $p > 0,05$. Contudo a umidade relativa do ar foi de 0,359, significativa, ao nível de 5 %.

Na correlação observada entre o parâmetro *E. coli* com temperatura e umidade em água, não houve correlação significativa ao nível de 5%, com $p > 0,05$.

4.10 – Correlação de fungos filamentosos e leveduras em água com temperatura e umidade

Tabela 38 - Correlação estatística entre os dados de fungos filamentosos e leveduras em água com dados de temperatura e umidade

		VBB	NBB	BEA	L24h	Temperatura do ar	Umidade
VBB	Correlação de Pearson	1	0,70	0,98*	0,19	0,33	-0,26
	p – valor	#	0,08	0,02	0,63	0,24	0,35
	N	15	7	4	9	15	15
NBB	Correlação de Pearson	0,70	1	-0,21	0,79	0,91**	0,09
	p – valor	0,08	#	0,73	0,11	0,00	0,61
	N	7	10	5	5	10	10
BEA	Correlação de Pearson	0,98*	-0,21	1	-0,07	0,76**	-0,19
	p – valor	0,02	0,73	#	0,90	0,00	0,55
	N	4	5	13	6	13	13
L24h	Correlação de Pearson	0,19	-0,79	-0,07	1	0,45	-0,59*
	p – valor	0,63	0,11	0,90	#	0,08	0,02
	N	9	5	6	16	16	16
Temperatura do ar	Correlação de Pearson	0,33	0,91*	0,76**	0,45	1	-0,09
	p – valor	0,24	0,00	0,00	0,08	#	0,62
	N	15	10	13	16	32	32
Umidade	Correlação de Pearson	-0,26	0,09	-0,19	0,59*	-0,09	1
	p – valor	0,35	0,81	0,55	0,02	0,62	#
	N	15	10	13	16	32	32

4.11 Análise comparativa dos dados colimétricos de areia com outros trabalhos

Os índices de *E. coli* expressos em UFC/g na matriz areia seca foram comparados com os trabalhos de Boukai (2005), Andraus (2006), ABAE (2002) e Wade et al. (2003) [Figura 35], sendo apresentados junto aos dados desse trabalho, com linhas de

referência para as propostas de avaliação sanitária de areia dos demais trabalhos. Sendo observado em todas as campanhas, em todas as estações e para todas as praias, os índices de contaminação das praias estudadas estiveram acima dos limites propostos por esses outros trabalhos. Os três primeiros trabalhos citados acima não associaram o risco de exposição com a ocorrência de doença, mas de forma aleatória propuseram para avaliação da qualidade sanitária das areias o mesmo limite estabelecido para água que na época estava descrito na legislação brasileira, sendo 2,38, 4,75 e 1,91 vezes respectivamente menor quando comparados com a Resolução 468/10 da SMAC.

A ABAE, também considera o mesmo valor da legislação européia para água. De forma que o presente estudo considera como mais pertinente o artigo de revisão epidemiológica de Wade et al. (2003), em que responde se os padrões usados pela EPA (Environmental Protection Agency) se eles protegem de fato quanto ao risco de contrair doenças gastrointestinais baseado em evidências epidemiológicas, sendo esta agência americana a responsável pela definição dos parâmetros confiáveis na avaliação das condições sanitárias de água. Esta proposta de valores para areia recomendada foi mais restritiva do que os demais, sendo o limite apresentado 7,46 vezes menor do que o proposto por Boukai (2005), 4,75 vezes menor do que o proposto por Andraus (2006), e 7,46 vezes menor do que o proposto por ABAE (2002), portanto consideramos o parâmetro colimétrico estabelecido pela EPA para água, também o mais adequado para a avaliação da qualidade sanitária de areia.

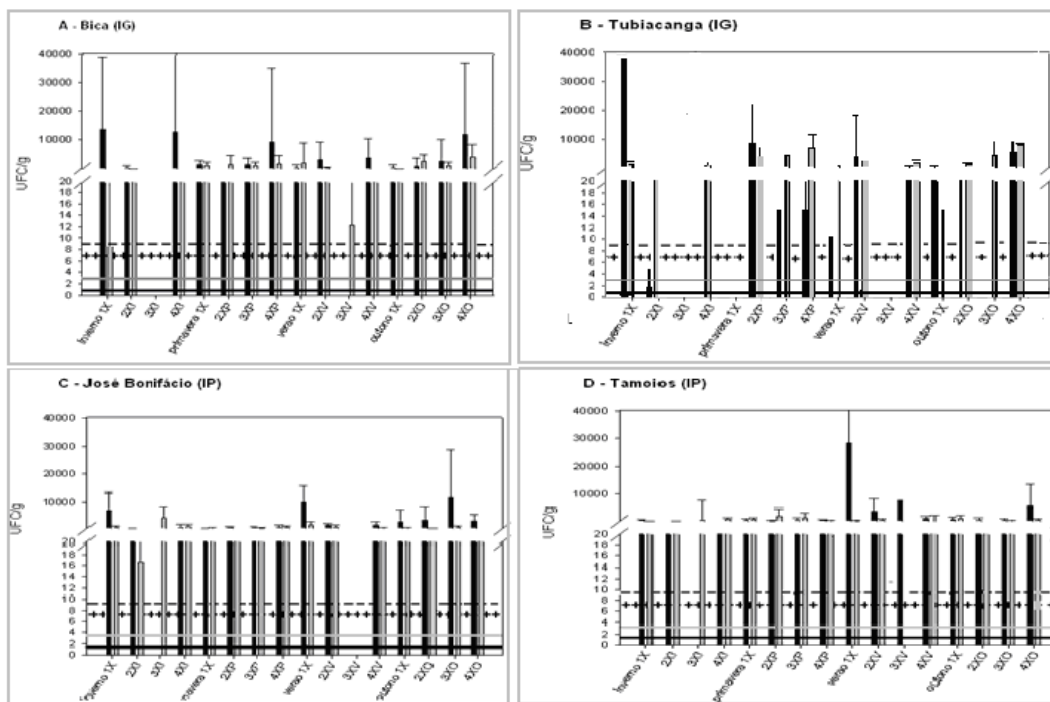


Figura 35 – Análise dos dados do parâmetro *E. coli* para os dois tipos de areia, por estação e por praia, considerando valores propostos por outros autores para esse tipo de matriz. areia seca: ■ ; areia úmida: ▒ . linhas de referência em UFC/g: — 2,35 limite EPA (1986) ; —: 3,69 limite Boukai (2005); ++++ : 7,38 limite Sumaia (2006); --- : 9,2 limite ABAE (2002).

Os níveis de *E. coli* expressos em UFC/mL para a matriz água, foram comparados também com os limites padrões normatizados em diferentes locais: da EPA/USA, sendo o valor de 2,35; o Europeu, descrito pela Directiva 2006/7/CE Do Parlamento Europeu, sendo o valor limite em 5 UFC/100 mL, quando comparados com o brasileiro, descrito na 274 da CONAMA, com o valor de 9,2 são 3,91 e 1,84 respectivamente menores (Figura 36), sendo apresentado junto aos dados obtidos nesse trabalho comparado com as linhas de referência limites dos demais trabalhos. Há maior preocupação com água de recreação de contato primário, do que com o risco que existe em areia, por isto existe legislação a nível nacional e internacional para água marinha e doce, sendo a normatização brasileira a mais permissiva de todas. Para os dados desse trabalho foi observada maior contaminação em Tubiacanga, que aparece como duplamente impactada, pois além dos efluentes industriais, também recebe alta carga de microrganismos, pelos despejos de esgoto sanitário lançados na baía. Apresentado nas quatro campanhas do verão e nas duas do outono com valores acima dos padrões de

referência analisados, também merecem destaque as duas campanhas do verão e as três do outono para a praia da Bica, com maior presença de *E. coli* no verão, com duas campanhas e o outono com três campanhas acima dos padrões de referência. Era esperada situação diferente para as estações acima, visto ser o verão foi o período inicial de funcionamento da Estação da Alegria, que começou a operar com tratamento secundário de esgoto para a região do município do Rio de Janeiro.

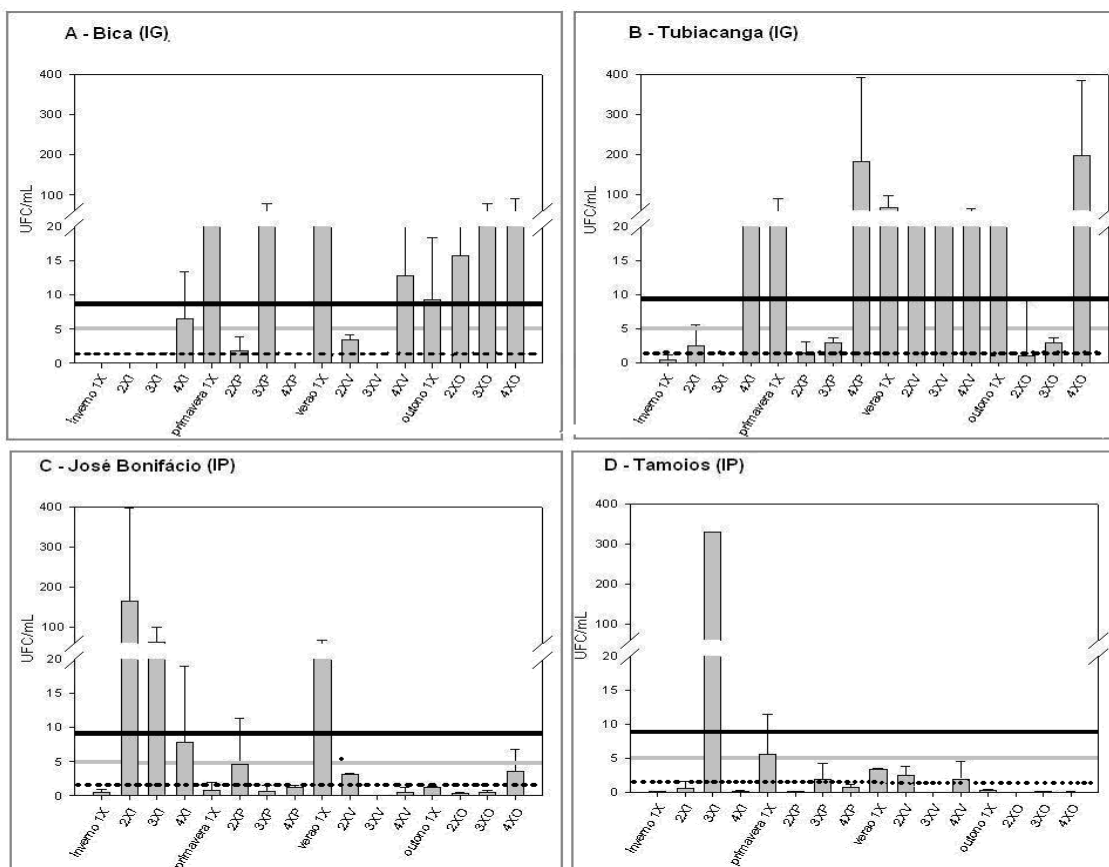


Figura 36 - Análise dos dados do parâmetro *E. coli* em água. As linhas de referência dos limites estão em UFC/mL, sendo a referência americana da EPA (1986) de (2,35) •• ; a Europeu (5): —; o Brasileiro (9,2).

4.12 Proposta para Análise de fungos em areia de praias

Devido à alta ocorrência de fungos potencialmente patogênicos encontrados nos pontos de coleta em areia seca nas praias estudadas, e a existência de poucos trabalhos na literatura sobre o tema com propostas quanto aos limites aceitáveis para balneabilidade, não apresentado valores baseados em estudos epidemiológicos. Este

trabalho recomenda a avaliação da qualidade sanitária de areia das áreas devido ao princípio da precaução. E que os órgãos ambientais realizem estudos de correlação da concentração da micobiota existente nas areias com as micoses e outras doenças causadas por fungos apresentados nos freqüentadores destas áreas de recreação.

4.13 Análise da frequência dos parâmetros: banhistas; resíduos; animais; línguas negras por praia

Considerando o estudo de revisão de padrões colimétricos realizado por Wade et al (2003), associados a doenças gastrointestinais, há risco relativo a saúde relacionado com parâmetros fecais. Desta forma, foi realizada a análise dos dados relacionados com os parâmetros coliformes totais e *E. coli*, correlacionando com a presença de banhistas; presença de resíduos volumosos sobre a areia e água; presença de animais; ocorrência de línguas negras na faixa de cobertura de areia. Sendo encontrado nas praias resíduos sólidos em todas as coletas, praias e estações. Portanto, foi observado que a contaminação foi maior em areia seca do que em areia úmida, que é lavada pela água do mar e sofre influência de salinidade, enquanto que a seca constitui-se em verdadeiro depósito de matéria orgânica que constitui como se fosse um rico meio de cultura, para bactérias, fungos filamentosos e levedura. A presença de pombos com 100% de frequência em todas as coletas na praia da Bica, juntamente com a presença de 75% de banhistas, explicam a contaminação apresentada no estudo nesta praia. E sugerem que a ação antrópica constitui um parâmetro a ser considerado sempre relacionado à contaminação (Tabela 29).

Tabela 39 – Análise estatística por praia dos parâmetros de observação em campo

	Praias									
	Bica		Tubiacanga		J Bonifácio		Tamoios		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Pombos	48	100	15	31,3	15	31,3	12	25,0	90	46,9
Cães	12	25	12	25	36	75	15	31,3	75	39,1
Urubus	24	50	6	12,5	6	12,5	3	6,3	39	20,3
Resíduos	48	100	48	100	48	100	48	100	192	100
Banhistas	36	75,0	9	18,8	21	43,8	0	0	66	34,4

5 CONCLUSÕES

- Para os dois parâmetros microbiológicos utilizados no trabalho (coliformes e fungos) os níveis da qualidade sanitária na matriz areia seca esteve na maioria das vezes superiores aos valores de areia úmida e água. Portanto deve ser a área constantemente monitorada;
- Os parâmetros de análise de contaminação de água e areia (níveis de *E. coli* e níveis de coliformes totais) segundo a metodologia utilizada mostraram-se apropriados para avaliação das condições sanitárias colimétricas;
- As análises de correlação dos dados colimétricos demonstraram que as quatro praias analisadas constituem diferentes ecossistemas da Baía de Guanabara, e que possuem características de contaminação diferenciadas, tanto nas águas como na areia;
- O gênero de fungo filamentoso de maior ocorrência foi o *Aspergillus*, com o risco estimado de ocorrência de 37% nas praias, pois 70% deste foram isolados com o fenótipo NBB. Devido a existência de correlação significativa entre os valores de *E. coli* e de ocorrência do fenótipo NBB, pode-se concluir que há risco associado à saúde para esses dois parâmetros microbiológicos;
- O fenótipo L24h foi o de maior frequência entre os fungos, tanto em água como em areia, sendo a ocorrência de cepas do gênero *Candida* estimada em 83%, sendo 21,2 % nos pontos de coletas em água e 61,6 % em areia;
- Embora exista correlação significativa entre qualidade sanitária da areia e da água na maioria das estações, houveram momentos em que não existiu relação em todos os níveis de contaminação das diferentes matrizes, algumas vezes água estava imprópria para recreação e areia própria, e vice-versa;
- Se faz necessário medidas de vigilância ambiental que possam detectar a presença de ligações clandestina de esgoto ligadas a rede pluvial que desemboca nas praias e de rede de esgoto que estejam interferindo na qualidade sanitária da areia e da água;
- Devido a inexistência de alterações bruscas de temperatura e umidade durante o período de coleta não foi possível verificar a influência dessas variáveis físicas sobre as condições sanitárias das águas e areias das praias;

- Os limites microbiológicos utilizados para as análises das condições sanitárias de água e areia devem ser baseados em avaliações epidemiológicas;
- A areia seca constitui um depósito de matéria orgânica, rico meio de cultura de microrganismos, influenciado pela ação antrópica.

6 PERSPECTIVAS FUTURAS

- Fazer um estudo epidemiológico, com associação da correlação dos níveis sanitários encontrados nas praias com a incidência de doenças encontradas na população que faz uso dessas áreas;
- Dar continuidade com este tipo de estudo de vigilância e monitoramento em praias oceânicas e em praias de rios, de modo que se tenha maior número de dados de ecossistemas brasileiros que possam fundamentar padrões nacionais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Alm, E. W.; Burke, J.; Spain, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. *Water Research*, 37:3978-3982. 2003.

American Public Health Association. APHA. Standard methods for examination of water and wastewater. 21th ed. Washington, 2005.

American Public Health Association. APHA. Standard methods for the examination of the water and waster water analysis. 19 ed. Washington, D. C., 1995.

Andraus, S. Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba-PR. 2006. [Dissertação Mestrado] - Universidade Federal do Paraná.

Associação Bandeira Azul da Europa, Agência Portuguesa do Ambiente. Monitorização da qualidade das areias em zonas balneares: época balnear de 2008. Lisboa, 2008.

Associação Bandeira Azul da Europa, Agência Portuguesa do Ambiente. Qualidade microbiológica de areias de praias litorais. Lisboa, 2002.

Barbetta, P.A. Estatística Aplicada às Ciências sociais, 7ª edição revisada. Florianópolis Editora da UFSC, 2008.

Barnett, H. L.; Hunter, B. B. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 rd ed. California: Burgess Publishing Co.; 240 p. 1980.

Barron, G. L. The genera of Hyphomycetes from soil. New York: Robert E. KriegerPublishing Co., 364 p. 1977.

Bernard, P.; Gueho, E.; Pesando, D. (1987). Recherche de dermatophytes et de moisissures pathogènes dans le sable des plages.

Bernard, P.; Pesando, D. (1989). Contamination fongique de plages mediterranéennes (Alpes-Maritimes, Var) pendant lês saisons estivales 1986 & 1987, *Bull. Soc. Fr. Mycol. Mèd.* XVIII, 1:173-176.

Bonilla, T. D.; Nowosielsk, K.; Auvelier, M.; Hartz, A.; Green, M. Prevalence and distribution of fecal indicator organisms in South Florida beach sand and preliminary

assessment of health effects associated with beach sand exposure. *Marine Pollution Bulletin*; 54(9):1472-1482. 2007.

Boukai, N. Qualidade sanitária da areia das praias no município do Rio de Janeiro: diagnóstico e estratégia para monitoramento e controle. Rio de Janeiro. [Dissertação de Mestrado]- Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2005.

Brasil. Lei orgânica do município do Rio de Janeiro, promulgada em 05 de Abril de 1990. Mauro Roberto de Souza Lima (Org). Rio de Janeiro: Destaque; 1996.

Cochran, W. G. *Sampling techniques*. 3rd ed. Oxford: John Wiley & Sons Inc.; 2006.

Cohidro Consultoria Estudos Projetos. Programa de monitoramento da qualidade das areias das praias do município do Rio de Janeiro. Relatório final (2006/2007). Rio de Janeiro: Cohidro.

Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (Brasil). Ministério do Ambiente. Resolução n° 274, de 29 de Novembro de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 25 jan. 2001;18:Seção 1, p. 70-71.

Directiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Européia, 15 fev. 2006. Relativa à gestão da qualidade das águas balneares e que revoga a Directiva 76/160/CEE. *Jornal Oficial da União Européia*, 4 mar. L 64, p. 37-51. 2006.

Eaton, A. D.; Clescerl, L. S.; Rice, E. W.; Greenberg, A. E.; Franson, M. A. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21st ed. New York: American Water Works Association; 1368 p. 2005.

Egler, C. A.; Cruz, C. B. M.; Madsen, P. F. H.; Costa, S. M.; Silva, E. A. Proposta de zoneamento ambiental da Baía de Guanabara. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*; 26:127-138. 2003.

Ellis, M. B. *Dematiaceous hyphomycetes*. 2 rd. Kew: CAB Press; 608 p. 1971.

Ellis, M. B. *More dematiaceous hyphomycetes*. Kew: CAB Press; 507 p. 1976.

Environmental Protection Agency. EPA. (United States). Announces studies to develop and evaluate rapid water quality tests to protect beach goers. Washington, DC; 2009.

Environmental Protection Agency. EPA. (United States). *Bacteriological ambient water*

quality criteria for marine and fresh recreational waters. EPA: Washington, DC; 1986.

Environmental Protection Agency. EPA. (United States). Improved enumeration methods for the recreational water quality indicators: Enterococci and *Escherichia coli*. Washington, DC; 2000.

Esposito e Azevedo, Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Rio Grande do Sul. Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2004.

Fleming, L. E.; Broad, K.; Clement, A.; Dewailly, E.; Elmir, S.; Knap, Oceans and human health: Emerging public health risks in the marine environment. Marine Pollution Bulletin; 53:545-560. 2006.

Fleming, L. E.; Solo-Gabriele, H.; Elmir S.; Shibata, T.; Squicciarini, D.; Quirino, A pilot study of microbiol contamination of subtropical recreational water. Fl J Env Health. march; 29-33. 2004.

Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. FEEMA. Qualidade ambiental do ecossistema da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, 1990.

Funtowicz, S.; Ravetz, J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. História, Ciências, Saúde - Manguinhos; IV(2):219-30. 1997.

Gerlach, W.; Nirenberg, H. The genus fusarium: a pictorial atlas. Serlin: Institut fur Mikrobiologie Press; 1982.

Gomes, D. N. F. Diversidade e potencial biotecnológico de fungos filamentosos isolados do manguezal Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. Recife. [Tese de Doutorado]- Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

Gomes, D. N. F.; Cavalcanti, M. A. Q.; Fernandes, M. J. S.; Lima, D. M. M.; Passavante, J. Z. O. Filamentous fungi isolated from sand and water of "Bairro Novo" and "Casa Caiada" beaches, Olinda, Pernambuco, Brazil. Braz. J. Biol; 68(3):577-582. 2008.

Grasshoff, K.; Kremling, K.; Ehrhardt, M. Methods of seawater analysis. 3rd ed. Toronto: Wiley-VCH, 1999.

Gronewold, A. D.; Wolpert, R. L. Modeling the relationship between most probable number (MPN) and colony-forming unit (CFU) estimates of fecal coliform

concentration. *Water Research*; 42:3327-3334. 2008.

Hawksworth DL, Kirsop BE (Eds). *Living resources for biotechnology: filamentous Fungi*. Cambridge: Cambridge University Press; 180 p. 1987.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Pesquisa nacional por amostra de domicílios, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2008/default.shtm>.

Instituto Estadual do Ambiente. INEA. Qualidade da Água, 2010. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-agua.asp>.

Jablonski, S.; Azevedo, A. F.; Moreira, L. H. A. Fisheries and conflicts in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*; 49(1): 79-91. 2006.

Kendrick, W. B.; Carmichael, J. W.; Connors, I. L.; Sigler, L. Y. *Genera of hyphomycetes*. Alberta: The University of Alberta Press, p.387. 1980.

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

Koneman, E. W.; Allen, S. D. *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*, 6th Edition. J. B. Lippincott Company, Philadelphia, 2006.

Lee, S. H.; Levy, D. A.; Craub, G. F.; Beach, M. J.; Calderon, R. L. Surveillance for waterborne disease outbreaks: United States, 1999-2000. *Morbidity and Mortality Weekly Report*; 51:1-45. 2002.

Maier, L. M.; Oliveira, V. R.; Rezende, K. C. R.; Vieira, V. D. R.; Carvalho, C. R. Avaliação da presença de fungos e bactérias patogênicas nas areias de duas praias de baixo hidrodinamismo e alta ocupação humana no litoral do município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos; jul. 2003. (Estudos cariocas).

Manafi, M. New developments on chromogenic and fluorogenic culture media. *Int. J. Food Microbiol.* 60:205-218. 2000.

Mancini, L.; D'Angelo, A. M.; Pierdominici, E.; Ferrari, C.; Anselmo, A.; Venturi; Fazzo, L.; Formichetti, P.; Iaconelli, M.; Pennelli, B. Microbiological quality of Italian beach sands. *Microchemical Journal* 2005;79:257-261.

- McGinnis, M. R. Laboratory handbook of medical mycology. New York: Academic Press; p. 661. 1980.
- Mendes, B.; Nascimento, M. J.; Oliveira, J. S. Preliminary characterization and proposal of microbiological quality standard of sand beaches. *Water Sci. Technol.* 27 (3-4):453-456. 1993.
- Mendes, B.; Urbano, P.; Alves, C.; Lapa, N.; Morais, J.; Nascimento. Sanitary quality of sands from beaches of Azores islands. *Water Sci. Technol.* 35 (11-12):147-150. 1997.
- Monteiro, T. M. Análise da qualidade ambiental da Baía de Guanabara (RJ/Brasil). Rio de Janeiro. Monografia [Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental]. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 2007.
- Nasser, V. L. Estudo da qualidade de água na Baía de Guanabara utilizando técnicas de sensoriamento remoto e análise geostatística. Rio de Janeiro. Tese [Doutorado]- Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
- Pelczar, M.; Reid, R.; Chan, E. *Microbiologia*. v. II. São Paulo: McGraw-Hill; 1981.
- Prescott, L. M. Microbiology. In Mascarenhas, A.; Martins, J.; Neves, M. Avaliação de tratamento de águas superficiais efetuada na ETA de Alcantarilha com base na análise de indicadores de poluição fecal. Algarve: Univ. Algarve; 1996. Disponível em: http://www.ualg.pt/npfcma/docs/trab_eamb/micro_ETA.pdf
- Prieto, M. D.; Lopez, B.; Juanes, J. A.; Revilla, J. A.; Llorca, J.; Delgado-Rodriguez, M. Recreation risks in coastal waters: health risks associated with bathing in sea water. *J Epidemiol Community Health.* 55:442-447. 2001.
- Ribeiro, C. H. A. Uma análise da qualidade da água da Baía de Guanabara entre 1980 e 1993. [Dissertação de Mestrado]- Universidade Federal Fluminense; 1996.
- Sarquis, M. I. M.; Oliveira, P. C. Diversity of microfungi in the sandy soil of Ipanema Beach, Rio de Janeiro, Brazil. *J. Basic. Microbiol.* 36(1):51-58. 1996.
- Sato, M. I. Z.; Di Bari, M.; Lamparelli, C. C.; Truzzi, A. C.; Coelho, L. S.; Hachich, E. M. Qualidade sanitária de areia de praias recreacionais em São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Microbiology.* 36:321-326. 2005.

Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMAC (Brasil). Resolução nº 468, de 28 de Janeiro de 2010. Sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro.

Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMAC (Brasil). Resolução nº 81/2000, de 28 de Dezembro de 2000. Rio de Janeiro. Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro.

Shibata, T.; Solo-Gabriele, H. M.; Fleming, L. E.; Elmir, S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in a urban tropical environment. *Water Research*, 38(13):3119-3131. 2004.

Silva, E. N. B.; Cavalcanti, M. A. Q.; Souza-Motta, C. M. Pathogenicity characteristics of filamentous fungi strains isolated from processed oat. *Revista de Microbiologia*. 30:377-380. 1999.

Stewart, J. R.; Gast, R. J.; Fujioka, R. S.; Solo-Gabriele, H. M.; Meschke, J. S.; Amaral-Zettler, L. A. The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. *Environmental Health*; 7(Suppl 2):S3. 2008.

Sutton, B. C. *The Coelomycetes*. Oxford: CABI Publishing; 1980. 697 p.

Vieira, R. H. S. F.; Oliveira, A. C. N.; Sousa, O. V. Monitoramento microbiológico das águas e areias das praias do Meireles e do futuro. *Bol. téc. cient. Cepnor, Belém*; 7(1):17-26. 2007.

Vieira, R. H. S. F.; Rodrigues, D. P.; Menezes, E. A.; Evangelista, N. S. S.; Reis, E. M. F.; Barreto, L. M. Microbial contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Braz. J. Microbiol*; 32(2):77-80. 2001.

Wade, T. J.; Pai, N.; Eisenberg, J. N. S.; Colford Jr., J. M. Do U.S. Environmental Protection Agency water quality guidelines for recreational waters prevent gastrointestinal illness? a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 111:1102-1109. 2003.

World Health Organization. *Guidelines for safe recreational water environments*. Geneva: WHO, 2003. (Coastal and fresh waters, 1).

ANEXO 1 – Legenda de cores do mapa de zoneamento ambiental da Baía de Guanabara.

Zonas por Municípios

Rio de Janeiro

- Centro
- Fundão-Maré-Manguinhos
- Galeão
- Glória-Enseada de Botafogo
- Ilha do Governador
- Paquetá-Brocoió
- Penha-Ramos
- Portuária-Caju-São Cristóvão

Duque de Caxias

- Beira Mar
- Centro
- Gramacho
- Jardim Primavera
- REDUC

Magé

- Norte-APA
- Morro da Solina
- Praia de Mauá
- APA
- Suruí-Mirim

Guapimirim

- APA
- Norte-APA

Itaboraí

- APA

São Gonçalo

- APA
- Jardim Catarina
- Rio Madeira-Ilha de Itaoca
- Centro

Niterói

- Maruí-Barreto
- Alameda
- Centro-Icaraí
- São Francisco

Fonte: Egler, (2003) espelho d'água e zonas por Município.

ANEXO II - Formulário de Registro dos Dados Primários

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE AREIA DE PRAIA - BAÍA DE GUANABARA

ILHA DO GOVERNADOR: (1) Praia da Bica e (2) Praia da Ponta do Tubiacanga

Data de Coleta: / /	Umidade:	Temperatura(°C):		
Ref: http://repositorio.cptec.mpe.br	Data de acesso: / /	Horário:		
Horário de Início da Coleta	1- : 2- :	Horas de Temuro: 1- : 2- :		
Estação do Ano:	<input type="checkbox"/> VERÃO	<input type="checkbox"/> OUTONO	<input type="checkbox"/> INVERNO	<input type="checkbox"/> PRIMAVERA
Presença de Fombo	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	Presença de Resíduos Sólidos	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
Presença de Cães	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	Presença de Urubus	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
Presença de Banhistas	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> POUCCOS(1 a 10 obs)	<input type="checkbox"/> MUITOS (+ de 10)	

1- Praia da Bica (Coordenadas GPS:) Data do Resultado: / /

No	Tipo	Bactérias						Fungos		Observação (peso em g, volume em mL e outros necessários)
		C. Totais			C. Termot			UFC		
		10 ⁴	10 ²	10 ¹	10 ⁴	10 ²	10 ¹	10 ⁴	10 ²	
1	Água 1									
2	Água 2									
3	Água 3									
4	Água 4									
5	Água 5									
6	A. úmida 1									
7	A. úmida 2									
8	A. úmida 3									
9	A. úmida 4									
10	A. úmida 5									
11	A. úmida 6									
12	A. úmida 7									
13	A. úmida 8									
14	A. úmida 9									
15	A. úmida 10									
16	A. seca 1									
17	A. seca 2									
18	A. seca 3									
19	A. seca 4									
20	A. seca 5									
21	A. seca 6									
22	A. seca 7									
23	A. seca 8									
24	A. seca 9									
25	A. seca 10									

2- Praia da Ponta do Tubiacanga (Coordenadas GPS:) Data do Resultado: / /

No	Tipo	Bactérias						Fungos		Observação (peso em g, volume em mL e outros necessários)
		C. Totais			C. Termot			UFC		
		10 ⁴	10 ²	10 ¹	10 ⁴	10 ²	10 ¹	10 ⁴	10 ²	
26	Água 1									
27	Água 2									
28	A. úmida 1									
29	A. úmida 2									
30	A. úmida 3									
31	A. seca 1									
32	A. seca 2									
33	A. seca 3									