

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Avaliação sanitária das águas e areias de praias da
Baixada Santista, São Paulo**

Karla Cristiane Pinto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Saúde Pública para obtenção do
título de Mestre em Saúde Pública.

Área de concentração: Saúde Ambiental

Orientador: Prof^a Dra Maria Tereza Pepe Razzolini

**São Paulo
2010**

Avaliação sanitária das águas e areias de praias da Baixada Santista, São Paulo

Karla Cristiane Pinto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

Área de concentração: Saúde Ambiental

Orientador: Prof^a Dra Maria Tereza Pepe Razzolini

**São Paulo
2010**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

Água, agora
Me chama a correr...

Água, é a hora
Eu torno a dizer:
“Pro mar”!

Areia branca
Branco é o belo barco
Céu azul a norte-sul

Temporal...
Um cinza e verde

Musical...
A chuva que cantou

Já faz tempo que eu saí de casa
Pra viver no mar

(Pescador – Mestre Ambrósio)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela educação, pelo amor e por terem me ensinado a jamais desistir.

À minha querida e amada irmã, companheira em todos os momentos, por todo o apoio e carinho e por sempre dizer que somos capazes de tudo.

À Dra Maria Tereza Pepe Razzolini, orientadora e amiga, sempre dedicada e presente, pessoa fundamental no desenvolvimento e concretização deste trabalho. Um agradecimento especial pelo apoio em todos os momentos.

À Dra Claudia Conde Lamparelli, pelo firme estímulo e por ter me ensinado muitas coisas, mas principalmente por ter aberto os meus olhos aos encantos do ambiente costeiro.

À Dra Elayse Maria Hachich, pelo apoio na parte analítica, por ter cedido o laboratório de Microbiologia e Parasitologia da CETESB para a realização das análises microbiológicas. Agradeço pelo incentivo e pelo carinho.

Ao Dr. José Eduardo Bevilacqua, por todo o incentivo e por entender a minha ausência nas atividades da área, enquanto gerenciava o setor de Águas Litorâneas.

Aos amigos e colaboradores do Laboratório de Microbiologia e Parasitologia da CETESB, por terem realizado grande parte deste trabalho: Adalgisa, Marisa, Cristina, Octávio, Sebastião, Ana Paula, Mariana, Solange, Padula, Hilda, José

Augusto, Fernando, Mikaela. Agradeço por toda a ajuda, acolhimento e afetuosa convivência. Sem vocês com certeza eu não teria conseguido.

Aos funcionários da Agência Ambiental de Cubatão da CETESB, pela coleta das amostras com tanto carinho e dedicação.

À Cristina Camolez, geógrafa e amiga, pela boa vontade em me orientar nas questões geográficas e pelos mapas deste trabalho.

Ao Dr. Mauro Cintra Giudice, por toda a orientação na parte de micologia.

Ao estatístico Antonio de Castro Bruni, pela realização das análises estatísticas.

À CETESB, onde hoje colaboro com muito prazer e aprendo a cada dia.

À FSP/USP, local onde tive a oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

Aos amigos, Carlos Lopes, Meron Petro e Valda, que sempre ouviram meus desabafos e me incentivaram por todo o tempo.

À minha grande amiga, Débora Orgler. Palavras não conseguiriam descrever a sua importância em tudo isso.

À Força, seja ela qual for, que me impulsionou na concretização deste trabalho.

KARLA, C.P. **Avaliação sanitária das águas e areias de praias da Baixada Santista, São Paulo.** 2010. 241 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

O Brasil possui em sua área costeira grandes metrópoles onde diversas atividades humanas são desenvolvidas, podendo trazer prejuízos à qualidade das águas costeiras. O litoral de São Paulo, constituído por 16 municípios incluindo-se Cubatão, apresenta peculiaridades diferenciadas. O tipo de poluição mais encontrado na costa paulista é a poluição fecal causada por despejo de esgotos domésticos, os quais transportam organismos patogênicos cuja presença pode levar a agravos à saúde humana. O objetivo deste estudo é o de avaliar a qualidade sanitária de águas e areias de praias da Baixada Santista. Assim amostras de água e areia (úmida e seca) de três praias, como Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) foram coletadas com freqüência mensal pelo período de um ano nas quais foram analisados os seguintes parâmetros: coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, enterococos, e ainda *Staphylococcus coagulase (+)*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e dermatófitos. Para a realização das análises em amostras de água utilizou-se da Técnica da Membrana Filtrante e para as amostras de areia a Técnica de Tubos Múltiplos, de acordo com Normas Técnicas CETESB e Standard Methods. Para a determinação de dermatófitos, as amostras de água foram concentradas pela Técnica de Membrana Filtrante e as amostras de areia (seca e úmida) foram analisadas pela Técnica de inoculação em superfície e, concomitantemente, pela Técnica da Isca de Cabelo. Os resultados obtidos revelaram que 95% das amostras analisadas foram positivas para a presença dos indicadores de contaminação fecal, seguidos por *P. aeruginosa*, presente em 75% das amostras. *C. albicans* foi o microrganismo menos freqüente (6,7%) e foi detectada somente nas amostras de água. O dermatófito *Microsporum* sp foi detectado somente nas amostras de areia e esteve presente nas três praias. De maneira geral, o comportamento das concentrações dos microrganismos foi maior nas amostras de areia seca, independentemente dos eventos de chuva, seguidas pela areia úmida, sendo as menores concentrações observadas nas amostras de água. Concluiu-se que as concentrações dos microrganismos indicadores de poluição fecal e dos patogênicos foram elevadas nas matrizes estudadas e que é necessário dirigir esforços para a melhoria da qualidade das águas e areias, pois as condições observadas trazem preocupação à saúde dos banhistas e freqüentadores das praias.

Descritores: água recreacionais marinhas, areia de praia, poluição fecal, indicadores sanitários, patógenos, qualidade sanitária.

KARLA, C.P. **Sanitary assessment of waters and sand of beaches at Baixada Santista, São Paulo**. 2010. 241 p. Thesis (Master in Public Health) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Brazilian seashore comprises many big cities and the diverse activities which are performed in these areas can bring damages to seashore water quality. São Paulo State seashore comprises 16 cities including Cubatão, where each one shows their own particularities. In the São Paulo State seashore is mostly observed fecal pollution due to launching sewage into these waters which transport pathogens with potential to cause diseases. The objective of this study is to assess the sanitary quality of recreational waters and wet and dry sand from three beaches located at Baixada Santista such as Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) and Pitangueiras (Guarujá). The samples (water, wet and dry sand) were collected with monthly frequency throughout a year and the following parameters were analyzed: thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, enterococcos, *Staphylococcus coagulase +*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* and dermatophytes. The bacteriological and *C. albicans* analyzes were performed according to CETESB and Standard Methods 21st edition. Dermatophyte analysis from water samples were carried out by membrane filtering technique and by spread plate technique and hair-baiting technique for sand samples. The results revealed that 95% of the water samples were positive for fecal indicators following by *P. aeruginosa* (75%). *C. albicans* was detected only in water samples showing 6.7% of the observed frequency. *Microsporium* sp specie was detected only in sand samples in all beaches studied. In general, high microorganisms concentrations was found in dry sand samples regardless raining events, following by wet sand and the lowest concentrations were found in water samples. It was possible to conclude that fecal indicators microorganisms and pathogens concentrations were high in all samples analyzed and it highlights to necessity to address efforts to improve the quality of the water and sand because this poor quality condition found poses a significant public health concern.

Descritores: recreational waters, beach sand, fecal pollution, sanitary indicators, pathogens.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
2.1. CARACTERÍSTICAS DOS MICRORGANISMOS PESQUISADOS NA ÁGUA E NA AREIA DAS PRAIAS	30
2.1.1. Bactérias	31
2.1.1.1. Coliformes termotolerantes	31
2.1.1.2. <i>Escherichia coli</i>	32
2.1.1.3. Enterococos	36
2.1.1.4. <i>Staphylococcus sp</i>	39
2.1.1.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	42
2.1.2. Fungos	44
2.1.2.1. <i>Candida albicans</i>	45
2.1.2.2. Dermatófitos	47
2.2. CRITÉRIOS E ORIENTAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DE RECREAÇÃO E AREIA	54
2.2.1. Nacional	54
2.2.2. Internacional	61
2.3. OCORRÊNCIA DE MICRORGANISMOS NA ÁGUA E NA AREIA DE PRAIAS	74
2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE ÁGUAS RECREACIONAIS	99
2.4.1. Monitoramento da qualidade das praias no Estado de São Paulo	101
3. OBJETIVOS	106

3.1. OBJETIVO GERAL	106
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	106
4. MATERIAIS E MÉTODOS	107
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	107
4.2. MUNICÍPIOS E PRAIAS	111
4.3. DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO	114
4.4. MÉTODOS	117
4.4.1. Procedimento de coleta	117
4.4.2. Frequência de coleta	119
4.4.3. Parâmetros	120
4.4.4. Metodologia analítica	121
4.4.5. Metodologia estatística	139
5. RESULTADOS	141
5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS OBTIDOS EM CAMPO	141
5.2. CONCENTRAÇÃO DOS MICRORGANISMOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA E AREIAS ANALISADAS	142
5.2.1. Indicadores de contaminação fecal: coliformes termotolerantes, <i>E. coli</i> e enterococos	142
5.2.2. <i>Staphylococcus</i> coagulase (+), <i>P. aeruginosa</i> , <i>C. albicans</i> e dermatófitos	152
5.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	161
6. DISCUSSÃO	169
7. CONCLUSÕES	185
8. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	187

9. REFERÊNCIAS	190
ANEXOS	210
Anexo 1: Mapa do município de São Vicente, destacando as praias monitoradas pelo Programa de Balneabilidade das Praias paulistas da CETESB	211
Anexo 2: Mapa do município de Santos, destacando as praias monitoradas pelo Programa de Balneabilidade das Praias paulistas da CETESB	212
Anexo 3: Mapa do município de Guarujá, destacando as praias monitoradas pelo Programa de Balneabilidade das Praias paulistas da CETESB	213
Anexo 4: Fotos da Praia de Gonzaguinha - São Vicente	214
Anexo 5: Fotos da Praia de Boqueirão - Santos	215
Anexo 6: Fotos da Praia de Pitangueiras - Guarujá	216
Anexo 7: Parâmetros físico-químicos obtidos em campo	217
Anexo 8: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em janeiro de 2009	219
Anexo 9: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em fevereiro de 2009	220
Anexo 10: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em março de 2009	221
Anexo 11: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em abril de 2009	222
Anexo 12: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em maio de 2009	223
Anexo 13: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em junho de 2009	224
Anexo 14: Tabela com as densidades dos microrganismos	225

pesquisados na água e nas areias úmida e seca em julho de 2009	
Anexo 15: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em agosto de 2009	226
Anexo 16: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em setembro de 2009	227
Anexo 17: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em outubro de 2009	228
Anexo 18: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em novembro de 2009	229
Anexo 19: Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em dezembro de 2009	230
Anexo 20: Resultados do ajuste do Modelo Linear Geral Multivariado	231
Anexo 21: Resultados para a influência do fator mês na concentração de microrganismos	232
Anexo 22: Estimativas do modelo para a influência do mês sobre as concentrações de microrganismos	233
Anexo 23: Resultados para a influência do fator matriz na concentração de microrganismos	234
Anexo 24: Estimativas do modelo para a interação da matriz sobre as concentrações de microrganismos	235
Anexo 25: Estimativas para a influência da interação matriz x praia sobre as concentrações de microrganismos	236
Anexo 26: Estimativas para a influência da interação matriz x chuva sobre as concentrações de microrganismos	237
Anexo 27: Trabalho apresentado sob forma de pôster no 25º Congresso Brasileiro de Microbiologia/2009	238
Anexo 28: Curriculum Lattes	239

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Porcentagem de tempo que as praias permaneceram Próprias para banho nos anos de 2005 a 2009 e Qualificação Anual.	116
Tabela 2 - Freqüência (%) das amostras positivas dos indicadores de contaminação fecal na água, areia úmida e areia seca nas praias de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá).	143
Tabela 3 - Valores mínimos, máximos e média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes, <i>E. coli</i> e enterococos nas amostras de água, areia úmida e areia seca nas praias de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) de janeiro a dezembro de 2009.	144
Tabela 4 - Freqüência (%) de <i>Staphylococcus</i> coagulase (+), <i>P. aeruginosa</i> , <i>C. albicans</i> e dermatófitos nas amostras de água, areia úmida e areia seca na Praia de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) em 2009.	152
Tabela 5 - Valores mínimos, máximos e média geométrica da densidade de <i>Staphylococcus</i> coagulase (+) e <i>P. aeruginosa</i> na água, areia úmida e areia seca da praia de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) de janeiro a dezembro de 2009.	154

Lista de Quadros

Quadro 1 – Categoria das águas recreacionais segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000, de acordo com os limites de coliformes termotolerantes, <i>E. coli</i> e enterococos por 100 mL de água.	56
Quadro 2 - Limites máximos de colimetria utilizados na classificação da areia para recreação de contato primário, segundo a Resolução SMAC nº 81/2000.	60
Quadro 3 - Valores orientadores para a qualidade microbiológica de águas recreacionais, segundo a OMS.	63
Quadro 4 - Critérios de qualidade para proteção no contato primário no meio marinho, segundo a U.S. EPA.	65
Quadro 5 - Valores máximos recomendados, novos valores máximos recomendados e valores máximos admissíveis para avaliação microbiológica de areias de praias, segundo a ABAE.	69
Quadro 6 - Parâmetros, valores imperativos, frequência de amostragem e métodos de análise propostos por MENDES et al. (1993).	85
Quadro 7 - Resumo da Rede de Monitoramento das Praias Paulistas realizado pela CETESB.	102
Quadro 8 - Especificações que determinam a Qualidade Anual para	105

as praias com amostragem semanal, utilizadas pela CETESB.

Quadro 9 - Informações de população e saneamento para os municípios de São Vicente, Santos e Guarujá, segundo SEADE e SABESP. 112

Quadro 10 - Praias, locais de amostragem e coordenadas UTM dos pontos de coleta de areia seca deste estudo. 117

Lista de Figuras

Figura 1 - Bandeira Azul para Zonas Balneares.	70
Figura 2 - Bandeiras e totem de sinalização da qualidade das praias para fins recreacionais utilizados pela CETESB.	104
Figura 3 - Localização das praias selecionadas para o estudo.	114
Figura 4 - Procedimento de coleta das amostras de água e areia.	119
Figura 5 - Ilustração da intensidade de coagulação do plasma no teste para a pesquisa de coagulase.	126
Figura 6 - Ilustração das estruturas típicas de <i>Candida albicans</i> .	130
Figura 7 – Concentração dos indicadores de contaminação fecal no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Gonzaguinha (São Vicente).	149
Figura 8 - Concentração dos indicadores de contaminação fecal no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Boqueirão (Santos).	150
Figura 9 - Concentração dos indicadores de contaminação fecal no período de estudo, nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Pitangueiras (Guarujá).	151

Figura 10 - Concentração dos <i>Staphylococcus</i> coagulase (+) e <i>P. aeruginosa</i> no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Gonzaguinha (São Vicente).	158
Figura 11 - Concentração dos <i>Staphylococcus</i> coagulase (+) e <i>P. aeruginosa</i> no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Boqueirão (Santos).	159
Figura 12 - Concentração dos <i>Staphylococcus</i> coagulase (+) e <i>P. aeruginosa</i> no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Pitangueiras (Guarujá).	160
Figura 13 – Influência da chuva nas concentrações de coliformes termotolerantes nas matrizes.	163
Figura 14 – Influência da chuva nas concentrações de <i>E. coli</i> nas matrizes.	164
Figura 15 – Influência da chuva nas concentrações de enterococos nas matrizes.	166
Figura 16 – Influência da chuva nas concentrações de <i>Staphylococcus</i> coagulase (+) nas matrizes.	167
Figura 17 – Influência da chuva nas concentrações de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> nas matrizes.	168

1. INTRODUÇÃO

Com aproximadamente 8000 Km de costa, o Brasil possui grande parte de suas metrópoles a beira mar. Na região costeira são desenvolvidas atividades humanas como o turismo, os esportes náuticos, a navegação comercial, a pesca e a maricultura, dentre outras. Tais atividades requerem diferentes níveis de qualidade da água do mar e por outro lado provocam sua deterioração causando impactos ao meio marinho (LAMPARELLI, 2006).

A zona costeira brasileira, que acumula grandes núcleos urbanos, possui aproximadamente 388 mil Km² de área e nela localizam-se 13 das 17 capitais dos estados litorâneos e aproximadamente 400 municípios. Esses núcleos apresentam densidade demográfica cinco vezes maior que a média nacional e caracterizam-se por bases econômicas e de mercado de trabalho diversificado, usos turísticos em larga escala e por profundas desigualdades sócioterritórias. Assim, surgem espaços urbanos deteriorados com precariedade de condições de vida (MMA, 2006b).

De acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2008), o turismo cresceu substancialmente nos últimos anos como um fenômeno econômico e social, e, de acordo com SAAB (1999), tem apresentado participação crescente no Produto Interno Bruto (PIB). O setor do turismo atrai governantes e demais autoridades uma vez que apresenta grande vocação para a geração de empregos diretos e indiretos e arrecadação de impostos. É estratégico para o desenvolvimento econômico e social do país e melhoria de infra-estrutura, notadamente do setor de transportes. Segundo a matéria do Jornal Gazeta Mercantil, “A HORA da sustentabilidade e da inclusão” (2008), o turismo representa 7,5% da economia brasileira com uma

arrecadação de aproximadamente US\$ 5 bilhões, e segundo estimativas do Ministério do Turismo esse número poderá chegar a US\$ 7,7 bilhões em 2010. Para alcançar esse objetivo, a sustentabilidade ocupa lugar de destaque entre as diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Turismo 2007 – 2010. Segundo o MINISTÉRIO DO TURISMO (2008), a Organização Mundial de Turismo relatou que em 2007, 19,9 milhões de turistas chegaram à América do Sul, sendo que 5 milhões vieram ao Brasil. De acordo com pesquisa realizada pela FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE, 2007), “sol e praia” foram fatores preponderantes na escolha do roteiro de viagens domésticas, especialmente nos meses de verão e férias escolares. E, segundo a ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA (ABAE, 2002), *“as praias são cada vez mais um produto turístico muito procurado, sendo a qualidade ambiental um dos fatores determinantes na competitividade da oferta”*.

Segundo a ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS (WHO, 2003), o uso de águas recreacionais costeiras e doces, que são aquelas utilizadas para lazer por um número significativo de usuários, com o objetivo de descanso, relaxamento e prática de exercícios está associado com significativos benefícios para a saúde e bem-estar, no entanto, eventuais impactos negativos podem diminuir tais benefícios. Esses usos variam de acordo com o contato com a água dependendo do tipo de atividade desenvolvida, sendo que algumas, como a recreação de contato primário, requerem contato físico com a água. Os perigos encontrados em águas recreacionais variam de acordo com o local, assim como a natureza e o grau de exposição. A maior parte das informações disponíveis com relação a prejuízos à saúde está relacionada à exposição através da ingestão e o contato com a água durante a natação. O importante é que o uso das águas recreacionais não seja impedido, e sim, que seja garantida a exploração com a máxima segurança possível. Na mesma direção, LAMPARELLI (2006) enfatiza que a manutenção da qualidade das

águas costeiras é importante para garantir os diversos usos do oceano, desde atividades turísticas como a recreação, bem como a pesca de subsistência ou a maricultura.

Para exprimir a preocupação em nível federal com a preservação e manutenção de áreas costeiras brasileiras, a Lei nº 7661/88, instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), para orientar a utilização dos recursos da zona costeira e prevê o zoneamento dos usos e atividades nesta zona para conservá-la e protegê-la, sendo aplicada a participação da União, Estados e Municípios, podendo ser instituídos os planos estaduais e municipais (CASA CIVIL, 1988). Assim, a Lei nº 10019/98, dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, que entre outras, define o zoneamento ecológico-econômico, sendo este um instrumento de gerenciamento (GESP, 1998). Na mesma direção, em 2001, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), juntamente com o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, deram início ao Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla). Podem aderir ao projeto todos os municípios litorâneos brasileiros. Este projeto considera, entre outros, a fragilidade dos ecossistemas litorâneos, o uso de áreas do Patrimônio da União e a ocupação desordenada; e amparado em uma série de legislações, busca estabelecer o gerenciamento da orla de forma sustentável e ordenada. O projeto já foi capaz de identificar as principais demandas da orla brasileira através de Planos de Gestão Municipal; entre elas destaca-se o saneamento ambiental (MMA, s.d.). Também o capítulo 17 da Agenda 21 Internacional exprime preocupação com o gerenciamento integrado das zonas costeiras. Este capítulo trata especialmente do uso e gestão dos ambientes costeiros e marinhos e a Agenda 21 Brasileira discute temas relacionados a oceanos e zonas costeiras (MMA, 2006a).

A Zona Costeira Paulista apresenta peculiaridades diferenciadas em seus quase 700 km de extensão, com áreas ainda bastante preservadas, como o Complexo Estuarino Lagunar de Iguape e Cananéia, e outras com ocupação urbana muito intensa, como a região da Baixada Santista, que por sua vez se diferenciam do Vale do Ribeira onde sobressaem características rurais (SMA, 1996).

De acordo com a COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB (2006), o litoral de São Paulo abrange 16 municípios, com área total de 7.759 km², incluindo Cubatão e, de acordo com CETESB (2007c), são 292 praias no Estado. Os municípios do litoral foram divididos em três subunidades (Litoral Norte, Baixada Santista e Litoral Sul). A Baixada Santista é a mais urbanizada e populosa das três subunidades, composta pelos municípios de Bertioga, Guarujá, Cubatão, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe. Segundo LAMPARELLI (2006), o Estado de São Paulo possui, nos municípios costeiros, uma população de cerca de 2 milhões de habitantes que pode dobrar durante o verão. Esse aumento sazonal aliado à insuficiência dos sistemas de saneamento resulta em maiores volumes de esgotos lançados aos recursos hídricos litorâneos causando alterações em sua qualidade sanitária.

No Estado de São Paulo, a contaminação por esgotos domésticos é o tipo mais comum de poluição, sendo freqüente em todo o litoral. Os derramamentos de petróleo, segundo tipo mais comum de poluição, ocorrem em regiões de maior tráfego de navios petroleiros, como nos portos de Santos e São Sebastião. Já a contaminação por lançamento de efluentes industriais ocorre, principalmente, na região de Santos pela presença do parque industrial de Cubatão (LAMPARELLI, 2006).

Segundo OMS (WHO, 2003), a poluição fecal de águas recreacionais pode levar a problemas de saúde pela presença de microrganismos patogênicos. Em algumas ocasiões, a contaminação microbiológica da água pode ser fortemente influenciada por fatores como chuvas que levam a períodos de elevada contaminação fecal. Conforme U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – U.S. EPA (U.S. EPA, 2008) e ABDELZAHER et al., 2010, a poluição chega às praias através do lixo disposto pelos usuários, rios que afluem ao mar e que são contaminados por esgotos, entre outros, e enfatiza que as fontes de poluição direta e indireta devem ser controladas para minimizar a presença de microrganismos patogênicos.

Em termos globais, a exposição a águas costeiras poluídas com esgotos causa aproximadamente 120 milhões de doenças gastrointestinais e 50 milhões de doenças respiratórias por ano (YAMAHARA et al., 2009; ABDELZAHER et al., 2010). De acordo com SATO et al. (2005), eventos de gastroenterites ocorrem em nadadores com mais frequência no verão, quando o número de turistas na praia é maior e conseqüentemente há aumento nas descargas de esgotos no mar, podendo ser agravado em períodos chuvosos. A relação de causa-efeito entre a poluição fecal das águas recreacionais e eventos de gastroenterites está bem estabelecido; contudo, atualmente existe também a preocupação com a contaminação microbiológica das areias pelo impacto negativo que isso pode oferecer à saúde; porém não há evidências epidemiológicas suficientes que evidenciem tais riscos. Alguns estudos, foram conduzidos para se avaliar a probabilidade de infecção ou de doenças manifestadas devido à exposição a águas recreacionais, como os citados por WHITMAN et al. (2009): CALDERON et al. (1991), DUFOUR et al. (2006), KUEH et al. (1995) e WADE et al. (2008). Já pesquisas relacionadas à exposição à areia são mais escassas (BONILLA et al. (2007), HEANEY et al. (2006) e WHITMAN et al. (2009)). De acordo com

WHITMAN et al. (2009), efeitos à saúde devido à exposição a areia são pouco estudados.

Em 1999, a CETESB realizou um estudo epidemiológico para avaliar a manifestação de sintomas gastrointestinais decorrentes da exposição à água do mar. Concluiu-se que houve uma maior incidência de sintomas gastrointestinais em banhistas de praias que apresentavam qualidade insatisfatória de acordo com a legislação vigente, sendo as crianças o grupo mais suscetível. Nas praias mais poluídas somente o contato com a areia pode constituir-se como fator de risco para a manifestação de diarreia, náusea e vômito, com razões de risco inferiores à exposição à água, porém significativas (LAMPARELLI, 2003). YAMAHARA et al. (2009), relataram que águas de praias contaminadas com esgotos e outros poluentes de origem urbana têm sido relacionados a doenças em nadadores quando apresentam densidades elevadas de bactérias indicadoras de contaminação fecal.

Apesar de nos últimos anos a legislação ter evoluído no sentido do ordenamento da zona costeira e do tratamento de águas residuárias, o único indicador da qualidade relacionado com a saúde pública que pode permitir aos usuários uma escolha orientada, é a qualidade da água para fins de balneabilidade. De acordo com o documento publicado pela OMS (WHO, 2003), “Guidelines for safe recreational water environments, volume 1: Coastal and fresh waters”, verifica-se também a preocupação com a qualidade das areias das praias, pois estas podem constituir-se em reservatório de agentes de infecção, sobretudo em zonas balneares onde a utilização da areia apresenta maior relevância (ABAE, 2007).

Segundo OMS (WHO, 2003), os microrganismos são um componente importante nas areias de praia, podendo ser isolados microrganismos

patogênicos como vírus, bactérias, fungos, protozoários e ovos de helmintos. Alguns fatores podem constituir ameaça a saúde dos banhistas, como presença de animais, por conta de suas fezes e por, possivelmente, portarem microrganismos patogênicos, restos de alimentos e resíduos deixados pelos banhistas nas areias e cursos d'água afluentes ao mar contaminados por esgotos domésticos.

Pessoas em suas atividades de lazer nas praias mantêm um contato estreito com a areia, simultaneamente, são uma das principais fontes da contaminação da mesma juntamente com a água e os animais que dividem o mesmo espaço. O homem e os animais transmitem à areia microrganismos potencialmente patogênicos de que são portadores e por outro lado produzem resíduos que são o substrato ideal para o desenvolvimento destes microrganismos (MAIER et al., 2003). O comportamento dos usuários das praias tem influência direta na qualidade das areias e o tipo de gestão, principalmente o cuidado aplicado na sua manutenção, é determinante para o seu estado geral, além da educação ambiental, mediante a sensibilização de todos para a adoção de comportamentos que favoreçam a promoção de uma boa qualidade das areias e da saúde das pessoas (ABAE, 2002).

De acordo com SANCHEZ et al. (1986), uma avaliação de 1984 – 1985 revelou altos níveis de contaminação fecal, incluindo parasitas em água e areia de algumas praias do Estado de São Paulo. Conforme SATO et al. (2005), a CETESB avaliou a qualidade da água, areia úmida e areia seca de praias do Estado de São Paulo em 1997 e 1998 e os resultados mostraram densidades elevadas de indicadores de contaminação fecal nas amostras de areia no verão. Cistos e ovos de parasitas, assim como a levedura *Candida albicans* também foram detectados nas amostras de areia. Segundo CETESB (2010), em 2009, outro estudo nas águas e areias foi realizado pela CETESB, sendo

constatados altos níveis de contaminação microbiológica nas areias, principalmente na areia seca, com maiores densidades de microrganismos no verão.

No Brasil, conforme CONAMA (2001), a Resolução nº 274/2000, que dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, considera “a necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário”. Em virtude de suas considerações, o artigo 2º reza que “as águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário), terão suas condições avaliadas nas categorias própria e imprópria” e no parágrafo 1º do mesmo artigo subdivide as águas consideradas próprias nas categorias excelente, muito boa e satisfatória, considerando o número de microrganismos (coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* ou enterococos) em um conjunto de cinco semanas. Expressando preocupação com a qualidade das areias das praias, no artigo 8º “recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações”.

Para ressaltar a importância de se considerar a qualidade das areias, cita-se como exemplo a norma espanhola, UNE 150104, “Sistemas de gestión ambiental – guía para la implementación de sistemas de gestión ambiental conforme a la Norma UNE – EN ISO 14001 em playas”, que pretende orientar a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental em praias e no item 4 – “Aplicación de los requisitos del sistema de gestión ambiental”, em “Actividades usuales en playas”, alínea b – “limpieza y control higiénico-sanitario en las playas y su zona de influencia”, contempla a limpeza (manual/mecânica) e controle sanitário da areia das praias (AENOR, 2008).

A OMS descreve os efeitos à saúde associados com a poluição fecal presente nas águas e cita os microrganismos que podem estar presentes na areia tais como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio* spp, bactérias entéricas, fungos (dentre eles, os dermatófitos), vírus e parasitas (WHO, 2003).

Tendo em vista o exposto, justifica-se a relevância da avaliação microbiológica de água e areias de praias da Baixada Santista gerando informações sobre a qualidade sanitária tanto das águas como das areias dessas praias e assim colaborar com a implantação de medidas de melhoria nessas áreas a fim de promover e proteger a saúde de seus usuários.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DOS MICRORGANISMOS PESQUISADOS NA ÁGUA E NA AREIA DAS PRAIAS

Águas contaminadas por esgotos domésticos podem conter microrganismos passíveis de expor usuários suscetíveis a agravos de saúde após o banho de mar. A patologia mais comum é a gastroenterite, que geralmente, requer tratamento simples ou nenhum e não possui efeito de longo prazo; porém, as águas eventualmente podem estar contaminadas com microrganismos patogênicos oportunistas, que levam a dermatoses e problemas não afetos ao trato intestinal, como conjuntivite, otite e doenças do trato respiratório. Em locais muito contaminados, os banhistas podem estar expostos a problemas mais graves como hepatite A, febre tifóide, entre outras (CETESB, 2008).

A grande diversidade de microrganismos patogênicos que podem estar presentes nas águas e nas areias torna impraticável o seu monitoramento direto. A utilização de microrganismos indicadores é a estratégia tradicionalmente empregada e viável para avaliar a qualidade sanitária das águas. As bactérias do grupo coliforme têm sido utilizadas com esse objetivo, particularmente o subgrupo dos coliformes termotolerantes e *E. coli*, cuja presença no ambiente é uma indicação da presença de material fecal humano ou animal homeotermo e, portanto, da possível presença de microrganismos patogênicos. Segundo MAIER et al. (2000), em 1914, o Serviço de Saúde Pública dos EUA adotou o grupo dos coliformes como indicador de contaminação fecal na água. Muitos países têm adotado coliformes e outros

grupos de bactérias como padrão oficial de qualidade para água de consumo, águas recreacionais, descargas de esgotos e alimentos. Outros indicadores bacterianos podem ser igualmente utilizados, sendo sugeridos os enterococos, *Clostridium perfringens*, *Mycobacterium* não tuberculose, *Bacteroides* e vírus de bactérias, os bacteriófagos. Segundo OMS (WHO, 2003), esses indicadores não são patogênicos e são usados para indicar o grau de contaminação fecal. Eles estão presentes geralmente em maior número do que os microrganismos patogênicos e são de fácil isolamento, identificação, contagem e quantificação.

2.1.1. Bactérias

2.1.1.1. Coliformes termotolerantes

Estes microrganismos, incluem os gêneros *Escherichia* e *Klebsiella* (MAIER et al., 2000), e, conforme APHA (2006) é um grupo constituído por bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares e que possuem a enzima β -galactosidase. Fermentam a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de 44-45°C em 24 horas e, segundo APHA (2005) a *Escherichia coli* é predominante neste grupo.

A determinação de coliformes termotolerantes é aplicada na investigação de contaminação de água bruta destinada a captação, poluição de corpos d'água, tratamento de esgotos, mananciais, águas de recreação e para o monitoramento da água tratada (APHA, 2005).

2.1.1.2. *Escherichia coli*

E. coli, segundo LEVINSON & JAWETZ (2005), é um bastonete Gram-negativo que fermenta a lactose, produzindo ácido, gás e indol na presença de triptofano. É o anaeróbio facultativo mais abundante no cólon e nas fezes. Conforme APHA (2005), a pesquisa de glutamato descarboxilase e β -glucuronidase podem ser usados para determinar a presença dessa bactéria.

É o indicador fecal utilizado atualmente pela OMS, citado no “Guideline for drinking-water quality” de 2004 e muitos países a incluíram em suas normas como o indicador primário de contaminação fecal (PAYMENT e ROBERTSON, 2004). No Brasil, a *E. coli* também pode ser utilizada para a avaliação da balneabilidade de águas recreacionais (CONAMA 2001).

A presença de *E. coli* além de ser importante por indicar contaminação fecal, pode representar riscos à saúde humana, pois algumas cepas são capazes de produzir toxinas e portanto causar doenças como diarréias.

Conforme TRABULSI (1991), no gênero *Escherichia*, a *E. coli* é a única espécie de importância prática e, de acordo com KAPER et al. (2004), esta espécie compreende grande número de grupos e tipos sorológicos identificados por meio de anti-soros preparados contra as três variedades de antígenos que ocorrem na espécie, ou seja, antígenos O, K e H. Segundo LEVINSON & JAWETZ (2005), o antígeno O é da parede celular, o antígeno K é o capsular e o H é o flagelar.

De acordo com TRABULSI (1991), alguns sorogrupos de *E. coli* fazem parte da microbiota normal dos intestinos de animais homeotermos, sendo que a maioria

corresponde aos sorogrupos associados a infecção urinária, meningite e bacteremia. Outros sorogrupos são agentes de infecção intestinal, e são descritas por RODRIGUEZ-ANGELES (2002) como: *E. coli* enteropatogênica clássica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC ou EAggEC) e *E. coli* difusamente aderente (DAEC).

Conforme TRABULSI (1991) e KAPER et al. (2004), EPEC são importantes agentes de diarreia infantil, predominando, sobretudo, nos seis primeiros meses de vida. O reservatório das EPEC parece ser o próprio homem. Conforme KONEMAN et al. (2008), aderem às células epiteliais produzindo lesões histopatológicas características. A patologia é caracterizada por febre baixa, mal-estar, vômitos, diarreia aquosa profusa com muco, porém sem sangue visível.

De acordo com KAPER et al. (2004), ETEC são biosorotipos de *E. coli* que produzem enterotoxinas secretoras termolábeis (LT) e termoestáveis (ST I e II), que segundo SCHAECHTER et al. (2002) modificam o transporte de líquido no intestino, substituindo o processo de absorção por secreção. Além disso, apresentam fímbrias, cuja função é fixá-las à mucosa do intestino delgado. As toxinas formadas determinam diarreia aquosa. A infecção é superficial, portanto os pacientes não apresentam leucócitos, sangue ou muco nas fezes. A transmissão se dá pela ingestão de água e alimentos contaminados e, de acordo com RODRIGUEZ-ANGELES (2002), a dose infectante é de 10^8 microrganismos. As infecções ocorrem tanto em crianças como em adultos e há evidências de que a bactéria possa ser transmitida por contato pessoal, em berçários e enfermarias. Têm como reservatório o próprio homem. KONEMAN et al. (2008) citam curto período de incubação (14 a 50 h) e que o sintoma

clássico é a diarreia aquosa profusa acompanhada de cólicas abdominais leves podendo levar a desidratação e vômitos.

As infecções intestinais provocadas por EIEC são mais comuns em crianças, maiores de dois anos, e no adulto. O reservatório da bactéria é o próprio homem. A infecção é adquirida pela ingestão de água e alimentos contaminados e por contato pessoal (TRABULSI, 1991), e conforme KONEMAN et al. (2008), manifesta-se por diarreia aquosa e algumas pessoas podem manifestar febre e colite com tenesmo, sangue, muco e numerosos leucócitos nas fezes. De acordo com NATARO & KAPER (1998), a dose infectante é geralmente entre 10^6 e 10^8 microrganismos por grama ou mililitro.

Conforme TRABULSI (1991), a principal manifestação clínica provocada pela EHEC é a diarreia sanguinolenta, cuja doença é denominada colite hemorrágica em que, segundo SCHAECHTER et al. (2002), o sorotipo mais comumente identificado é O157:H7. Produzem duas citotoxinas conhecidas pelas designações “Shiga-like toxin” I e II (SLTI e SLTII) ou verotoxinas I e II (VTI e VTII) e KONEMAN et al. (2008) relatam que algumas cepas de *E. coli* O157:H7 podem produzir a toxina tipo I, outras podem produzir a toxina tipo II e outras, ainda, podem produzir ambas as toxinas. Estas toxinas podem ser responsáveis pela hemorragia intestinal e também pela síndrome hemolítica-urêmica (SHU) que, às vezes acompanha a colite hemorrágica e pode levar a óbito por causar anemia, trombocitopenia e insuficiência renal, principalmente em crianças e jovens. As EHEC aderem à mucosa do intestino grosso por meio de fímbrias codificadas por plasmídios. De acordo com SCHAECHTER et al. (2002), EHEC coloniza porções terminais do intestino, ficando na mucosa, multiplicando-se localmente, sem invadir a corrente sanguínea. A produção de toxina e a interação com citocinas inflamatórias parece ser a causa do sangramento. Em 5% dos casos clinicamente graves ocorrem danos dos

pequenos vasos sanguíneos, que nos rins resulta em SHU e no cérebro, púrpura trombocitopênica trombótica. Segundo KONEMAN et al. (2008) as manifestações clínicas da infecção por *E. coli* O157:H7 incluem desde o estado assintomático à diarreia não sanguinolenta, colite hemorrágica, SHU e morte. O período de incubação pode variar de um a oito dias. A maioria dos acometidos de colite hemorrágica melhora dentro de sete dias.

De acordo com NATARO & KAPER (1998), as cepas de EAEC ou EAaggEC são frequentemente definidas como *E. coli* que não secretam enterotoxinas LT ou ST e que se aderem às células HEp-2 em aderência agregativa através de fímbrias agregativas “AAF”. Sua patogênese não é bem conhecida; de qualquer forma, as características histopatológicas da lesão e os fatores de virulência são conhecidos. Essas cepas, caracteristicamente, aumentam a secreção mucosa. A função de produzir excesso de muco na patogênese de EAEC é obscura; mas a formação de biofilme pode ser relatada pela capacidade que tem o microrganismo de produzir diarreia e, talvez, pela habilidade de causar persistente colonização. Além disso, há evidências experimentais que sugerem que a infecção por EAEC é acompanhada de efeitos citotóxicos na mucosa intestinal. Conforme SCHAECHTER et al (2002), EAEC está associada a diarreia em crianças com menos de seis meses de idade e pode persistir por várias semanas com graves conseqüências nutricionais. Conforme KONEMAN et al (2008) os sintomas são diarreia secretora, aquosa, mucóide, com febre baixa e pouco ou nenhum vômito, e fezes sem sangue ou leucócitos nas fezes.

Conforme KONEMAN et al. (2008), EAEC aderem às células e apresentam um gene que codifica fímbrias de superfície (F 1845). Os sintomas são diarreia aquosa sem sangue ou leucócitos fecais. Segundo RODRIGUEZ-ANGELES (2002), a bactéria pode ser isolada tanto de pessoas sãs quanto de pessoas

que apresentam quadro de diarreia, porém é mais significativo em crianças com idade entre quatro e cinco anos.

Segundo TRABULSI (1991) e KONEMAN et al. (2008), as EPEC, EIEC, ETEC e EHEC, raramente causam infecções extra-intestinais. Essas infecções são causadas por cepas de *E. coli* dos sorogrupos que participam da microbiota normal dos intestinos, e podem se localizar em qualquer órgão ou tecido do corpo humano. Entretanto três grupos de infecções são mais frequentes: infecções urinárias, meningite do recém-nascido e bacteremia.

De acordo com NATARO & KAPER (1998), de maneira usual *E. coli* mantém-se confinada inofensivamente no lúmen intestinal; de qualquer forma, em hospedeiros debilitados ou imunossuprimidos, ou quando as barreiras intestinais são violadas, até mesmo as cepas “não patogênicas” de *E. coli* podem causar infecção. Além disso, mesmo uma pessoa saudável pode ser suscetível a infecção por uma espécie patogênica que tenha desenvolvido a habilidade de causar um amplo espectro de doenças humanas. Infecções devidas à *E. coli* patogênicas podem ser limitadas a superfícies mucosas ou podem disseminar-se para todas as partes do corpo. É a causa mais comum de infecção urinária, sendo responsável por 90% ou mais das infecções adquiridas na comunidade.

2.1.1.3. Enterococos

De acordo com LEVINSON & JAWETZ (2005), estreptococos são cocos esféricos Gram-positivos normalmente organizados em cadeias ou pares. Todos os estreptococos são catalase e oxidase negativos e de acordo com

SCHAECHTER et al. (2002), possuem metabolismo fermentativo (anaeróbio), embora a maioria seja tolerante ao oxigênio.

Podem ser classificados de três maneiras diferentes. Um dos critérios para a identificação é o tipo de hemólise: estreptococos α -hemolíticos resultam em lise incompleta das hemáceas, estreptococos β -hemolíticos produzem lise completa das hemáceas e γ -hemolíticos não produzem hemólise (LEVINSON & JAWETZ, 2005). Segundo TRABULSI (1991) e KONEMAN et al. (2008), um segundo tipo de designação baseia-se nas características antigênicas de um polissacarídeo de composição variável, chamado carboidrato C, localizado na parede da célula. Tomando por base esse polissacarídeo, os estreptococos foram divididos em 20 grupos sorológicos (grupos de Lancefield), designados por letras maiúsculas do alfabeto, exceto para os estreptococos que não possuem este polissacarídeo. A designação formal de estreptococos em espécies compõe o terceiro tipo de classificação.

De acordo com LEVINSON & JAWETZ (2005), os estreptococos do grupo D de Lancefield incluem os enterococos. Conforme NRC (2004), estes, anteriormente chamados de “estreptococos fecais”, foram reconhecidos em 1900, como microrganismos de origem fecal e foram propostos como indicadores de contaminação fecal. Assim, baseando-se em evidências moleculares e imunológicas, *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. durans* e *S. avium* foram reclassificados como enterococos em 1984.

Os enterococos são organismos resistentes, podem crescer em presença de 6,5% de NaCl, têm capacidade de hidrolisar a esculina na presença de 40% de bile, de crescer a 10 e 40°C e em pH 9,6, não são eliminados por penicilina G (LEVINSON & JAWETZ, 2005) e, segundo SCHAECHTER et al. (2002), em sua maioria são α e β hemolíticos, apresentam baixa virulência, podendo ser

resistentes também às cefalosporinas e fazem parte da flora normal do trato gastrointestinal e do trato genitourinário. Segundo KONEMAN et al. (2008), adquiriram resistência de alto nível aos aminoglicosídeos e atualmente resistência à vancomicina.

Estreptococos fecais têm sido usados como indicadores de poluição fecal em águas recreacionais; contudo, o grupo inclui espécies de diferentes significados sanitários e características de sobrevivência. Ademais, as espécies de estreptococos são diferentes em fezes de animais e do homem. As espécies que predominam no ambiente aquático são *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* e *E. durans* (WHO, 2003).

Os estreptococos fecais apresentam algumas vantagens sobre os coliformes e coliformes termotolerantes como bactérias indicadoras, pois raramente se multiplicam na água, são mais resistentes ao stress ambiental e a cloração e geralmente persistem mais longamente no ambiente (MAIER et al., 2003; EA, 2002; MÉNDEZ et al.; 2004). Os enterococos têm sido sugeridos como úteis para indicar o risco de gastroenterites em águas recreacionais e são recomendados como padrão de qualidade para essas águas (MAIER et al., 2000).

A Resolução CONAMA nº 274/2000 permite que as águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade tenham a sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria usando, entre outros microrganismos indicadores, os enterococos (CONAMA, 2001).

A maioria dos estreptococos faz parte da microbiota normal da garganta, da pele e dos intestinos, mas causa doenças quando alcançam tecidos ou sangue e os enterococos se destacam pela capacidade de causar infecções urinárias,

biliares e cardiovasculares. As infecções do trato urinário são causadas especialmente em pacientes hospitalizados. Introdução de cateteres nas vias urinárias e instrumentos no trato urinário são importantes fatores de predisposição. Os enterococos também causam endocardites, especialmente em pacientes que se submeteram a cirurgias gastrointestinais ou das vias urinárias ou instrumentação. Eles também causam infecções intra-abdominais e pélvicas, especialmente em combinação com anaeróbios (LEVINSON & JAWETZ, 2005). Conforme SCHAECHTER et al. (2002), as úlceras de decúbito, as feridas e as infecções intra-abdominais estão comumente associadas com enterococos. Conforme KONEMAN et al. (2008), essas bactérias estão frequentemente envolvidas em infecções graves em pacientes submetidos a quimioterapia antimicrobiana de amplo espectro. Enterococos constituem a segunda causa mais comum de infecções hospitalares do trato urinário e de feridas e a terceira causa mais comum de bacteremia hospitalar. *E. faecalis* é o mais comum e associado a 80 – 90% das infecções enterocócicas humanas. *E faecium* é o segundo, sendo isolado de 10 – 15% das infecções. As outras espécies são isoladas com pouca frequência em humanos. Essas são encontradas no trato gastrointestinal de vários animais.

2.1.1.4. *Staphylococcus* sp

O gênero *Staphylococcus* compreende cocos Gram-positivos, de 0,5 a 1,5 µm de diâmetro, imóveis, não formadores de esporos e capsulados que fermentam glucose e crescem em condições aeróbias e anaeróbias. Eles são usualmente catalase positivos e ocorrem isolados e em pares, tétrades, em cadeias curtas e cachos de uva irregulares. Em humanos, há três espécies clinicamente importantes: *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* e *S. saprophyticus*. (WHO,

2006). De acordo com KONEMAN et al. (2008), dentre os estafilococos, *S. aureus* constitui o patógeno humano mais importante. Segundo LEVINSON & JAWETZ (2005), *S. aureus* é diferenciado das outras espécies principalmente pela produção de coagulase, porém, segundo KONEMAN et al. (2008), *S. schleiferi* subespécie *coagulans* (geralmente causa otite externa em cães), *S. intermedius* (faz parte da microbiota de cães, bisões, cavalos e gatos), *S. delphini* (causa lesões cutâneas purulentas em golfinhos) e *S. lutrae* (encontrado, em 1997, em três lontras marinhas) também produzem coagulase. Além disso, normalmente fermenta manitol e hemolisa células do sangue, o que não ocorre com as outras espécies. Mais de 90% das cepas de *S. aureus* contêm plasmídeos que codificam β -lactamase, uma enzima que degrada muitas, mas nem todas as penicilinas, fazendo com que algumas cepas de *S. aureus* sejam resistentes a esses antibióticos. Conforme SCHAECHTER et al. (2002), as bactérias da espécie *S. aureus* dispõem de mecanismos especiais para a colonização da pele visto que crescem bem em altas concentrações de sal e de lipídios. São relativamente termo-resistentes e o conjunto das propriedades citadas os permitem sobreviver em quase todos os ambientes em que existem seres humanos.

De acordo com MAIER et al., 2000, as águas recreacionais podem servir como um veículo para infecções de pele causadas por *S. aureus*, e algumas observações mostram que este microrganismo deve ser usado como um indicador adicional da qualidade sanitária de águas recreacionais, pois sua presença está associada com atividade humana nessas águas. E segundo GOODWIN & POBUDA (2009), a pele é diretamente exposta a agentes infecciosos durante a natação e a correlação entre a exposição à água e as infecções por *S. aureus* sugerem que as águas recreacionais são fonte potencial de infecção por esse microrganismo. As bactérias indicadoras de poluição fecal, normalmente utilizadas para monitoramento de águas

recreacionais, não incluem patógenos humanos que não estão associados com fezes, como o *S. aureus*. Esses autores também sugerem que *Staphylococcus* como o *S. aureus* sejam usados como indicadores complementares para avaliação da qualidade de águas marinhas. Porém pontuam que existem obstáculos para seu uso como indicador de poluição por falta de métodos de recuperação que sejam seletivos, diferenciais e confiáveis.

Segundo OMS (WHO, 2003), *Staphylococcus* spp. predominam sobre outros microrganismos da flora das areias. Sua ocorrência tem sido correlacionada com o número de banhistas nas praias e sua origem na areia é atribuída a atividades humanas. Vale ressaltar que, segundo GOODWIN & POBUDA (2009), animais também são fontes potenciais de contaminação por esse microrganismo.

Os humanos constituem o principal reservatório conhecido de *S. aureus* e estes são encontrados na mucosa nasal e pele bem como nas fezes de uma porção substancial de indivíduos saudáveis (WHO, 2006).

Conforme LEVINSON & JAWETZ (2005), os estafilococos causam doença tanto por produção de toxinas quanto por multiplicação em tecidos e causam inflamação.

De acordo com TRABULSI (1991), *S. aureus* é agente causador de infecções piogênicas; causando também vários tipos de intoxicações, seja na vigência de um processo infeccioso ou não. Segundo LEVINSON & JAWETZ (2005), *S. aureus* produz muitas toxinas importantes e enzimas. As três toxinas clinicamente importantes são enterotoxina, que é responsável pelos processos de intoxicações alimentares, a toxina da síndrome do choque tóxico, que é

produzida localmente e leva a toxemia e a esfoliativa, que promove o descolamento de extensas áreas da epiderme.

2.1.1.5. *Pseudomonas aeruginosa*

De acordo com LEVINSON & JAWETZ (2005), as pseudomonas são bastonetes Gram-negativos, aeróbios estritos, não fermentam glicose obtendo energia da oxidação de açúcares e são oxidase positivas pela presença da indofenol oxidase. São capazes de crescer em água contendo apenas traços de nutrientes e isso favorece sua persistência em ambientes hospitalares. Possuem acentuada capacidade de resistir a desinfetantes. *P. aeruginosa* produz dois pigmentos: a pioverdina e a piocianina, que conforme TRABULSI (1991), a faz conhecida como bacilo piociânico. Segundo SCHAECHTER et al. (2002), são capazes de utilizar diversas fontes de nitrogênio e carbono possibilitando seu crescimento rápido em muitos ambientes, sendo que suas exigências nutricionais são mínimas necessitando apenas de acetato e de amônia, são móveis pela presença de um ou mais flagelos polares, apesar de serem aeróbias, algumas cepas podem crescer anaerobiamente utilizando o nitrato como acceptor final de elétrons. Vale lembrar que são resistentes aos antimicrobianos como penicilinas e cefalosporinas de 1ª e 2ª gerações, tetraciclina e vancomicina.

Pseudomonas aeruginosa é freqüentemente encontrada em piscinas e ambientes similares, onde o ambiente quente e úmido é ideal para o seu crescimento, sendo que esta cresce bem em temperaturas de 41°C. Embora humanos infectados sejam a fonte de contaminação em piscinas aquecidas ou não, o ambiente também pode ser uma fonte de contaminação. Os banhistas

possuem microrganismos em seus pés e mãos e os transferem para a água (WHO, 2006).

Por conta da associação de *P. aeruginosa* em água de piscina e ambientes similares e águas recreacionais e pela sua consistente presença em esgotos, esta tem sido sugerida como um potencial indicador para estes ambientes (MAIER et al., 2000).

De acordo com TRABULSI (1991), *P. aeruginosa* normalmente habita o solo, água e vegetais. Conforme SCHAECHTER et al. (2002), pode ser encontrada na pele e garganta de 3 a 5% de indivíduos normais e conforme LEVINSON & JAWETZ (2005), 10% das pessoas podem tê-la no cólon.

De acordo com TRABULSI (1991), *P. aeruginosa* é tipicamente oportunista. Pode ocasionar infecções em consequência de processos cirúrgicos ou de queimaduras, infecções urinárias, pneumonia, endocardite, meningite, ceratite, entre outros. Através desses sítios de infecção, pode chegar a corrente sanguínea levando a processos severos de bacteremia. Segundo LEVINSON & JAWETZ (2005), otite externa severa (otite maligna externa) e outras lesões cutâneas (p. ex., foliculite) ocorrem em usuários de piscinas nas quais a cloração da água é inadequada. Conforme SCHAECHTER et al. (2002), podem causar multiplicidade de infecções em pacientes imunocomprometidos, como vítimas de queimaduras, pacientes com câncer, crianças com fibrose cística e outros pela sua adaptabilidade e resistência intrínseca e adquirida aos antimicrobianos mais comuns.

Conforme LEVINSON & JAWETZ (2005), a patogênese é baseada em múltiplos fatores de virulência: endotoxina, exotoxina e enzimas. Sua endotoxina, como a de outras bactérias Gram-negativas, causa os sintomas de sepse e choque

séptico. A mais conhecida de suas toxinas é a exotoxina A, que causa necrose tecidual. Ela também produz enzimas como elastase e protease, que são histotóxicas e facilitam a invasão da bactéria na corrente sanguínea. A piocianina danifica os cílios e as células da mucosa do trato respiratório.

2.1.2. Fungos

Conforme SCHAECHTER et al. (2002), os fungos podem ser filamentosos (bolors) ou leveduriformes (leveduras) ou ainda dimórficos, isto é, podem ocorrer nas duas formas dependendo das condições ambientais. Geralmente são de vida livre e transmitidos por fontes ambientais. Causam dano, pois induzem uma resposta inflamatória ou através de invasão direta ou pela destruição dos tecidos. São capazes de provocar infecções superficiais (limitadas às camadas mais externas da pele e aos cabelos, causando infecções leves com resposta inflamatória mínima), cutâneas (são encontradas em locais mais profundos na epiderme, levando a doenças agudas ou crônicas, dependendo do agente etiológico e do estado imunológico do hospedeiro), subcutâneas (acometem a derme e o tecido subcutâneo, causadas por fungos encontrados no ambiente e que levam à infecção geralmente por traumatismos e não respondem bem à quimioterapia antifúngica, sendo muitas vezes necessária a excisão da lesão ou a amputação) e sistêmicas (invadem os órgãos internos e podem ser causadas por patógenos primários ou por fungos oportunistas). Geralmente os fungos patogênicos são de vida livre e a maioria das micoses é contraída por contatos acidentais como inalação ou penetração traumática a partir de uma fonte exógena.

Segundo OMS (WHO, 2003), os fungos têm sido encontrados frequentemente como saprófitas no ambiente e podem atuar como patógenos oportunistas, especialmente em pacientes imunocomprometidos.

2.1.2.1. *Candida albicans*

Conforme LEVINSON & JAWETZ (2005), é uma levedura oval com brotamento único. Em tecidos, podem aparecer como leveduras em brotamento ou como brotamentos alongados, formando as pseudo-hifas. Reações de fermentação de carboidratos a diferenciam de outras espécies. De acordo com LACAZ et al. (2002), *C. albicans* é caracterizada pela produção de clamidoconídios, que são esporos assexuados com membrana espessa permitindo resistência a fatores ambientais e pela produção de tubo germinativo, que é o “estágio inicial” de formação da hifa pelo blastoconídio, e que, segundo KONEMAN et al. (2008) não apresenta constrição no colo.

C. albicans tem dois principais sorotipos: A e B. A frequência do sorotipo A é maior na população mundial. O sorotipo B tem sido descrito com maior frequência em cepas obtidas de pacientes com SIDA/AIDS (FERREIRA & ÁVILLA, 1996) e, segundo LACAZ et al. (2002), o sorotipo A é mais virulento que o sorotipo B.

Conforme FERREIRA & ÁVILLA (1996), diversas espécies de *Candida* fazem parte da microbiota de indivíduos sadios e estão amplamente distribuídas no meio ambiente. *Candida albicans*, particularmente, é isolada de águas poluídas, águas marinhas, solos, ar e plantas, em geral como resultado de contaminação recente por excrementos humanos ou animais. Por esse motivo, alguns autores

consideram sua presença um indicativo de contaminação, principalmente em águas de recreação. Conforme LACAZ et al. (2002), é isolada de água de piscina, sendo introduzida provavelmente pelo próprio banhista e foi isolada por Mendes-Giannini et al. (1995) de lagos de recreação.

De acordo com FERREIRA & ÁVILLA (1996), a candidíase ou candidose é infecção primária ou secundária, envolvendo membros do gênero *Candida*. A espécie mais comumente envolvida em processos infecciosos é a *Candida albicans* que faz parte da microbiota humana e por isso a doença é considerada infecção oportunista. É o principal agente etiológico, sendo comensal do trato gastrointestinal e genitourinário do homem e de vários animais de sangue quente.

De acordo com TRABULSI (1991), leveduras do tipo *Candida*, em especial, a *C. albicans*, podem determinar lesões na pele, pêlos e mucosas de indivíduos que apresentam fatores predisponentes. As lesões são mais freqüentes nas unhas e espaços interdigitais das mãos e dobra submamária. Na pele, as lesões são úmidas, esbranquiçadas de bordos descamativos; a unha apresenta-se sem brilho, espessada, escurecida, com coloração, muitas vezes, escura.

Conforme LACAZ et al. (2002), as formas clínicas de candidíase podem ser mucocutânea, em que a mucosa oral e vaginal são as mais frequentemente afetadas e a forma crônica da infecção é o mais grave tipo da doença, infectando, geralmente, imunossuprimidos; cutânea, em que as áreas intertriginosas da pele das mãos, virilhas e axilas são as mais comumente afetadas e sistêmica, em que a levedura pode atingir diversos órgãos como pulmões e coração e o sistema nervoso central.

Candidíase não tem limitação geográfica porque a doença ocorre principalmente em pacientes com predisposição. Os principais fatores envolvidos são: SIDA/AIDS, cirurgias, imunossupressão iatrogênica, cateteres intravenosos, agentes antimicrobianos administrados por longos períodos, quimioterapia citorrredutora, neutropenia, doenças hematológicas, queimaduras e drogas injetáveis (FERREIRA & ÁVILLA, 1996).

2.1.2.2. Dermatófitos

Os dermatófitos têm habilidade para digerir queratina (escleroproteína insolúvel), tolerância à cicloheximida e habilidade de alcalinizar o meio em consequência de seu crescimento a partir de glicose e peptona (FERREIRA & ÁVILLA, 1996). De acordo com TRABULSI (1991), transformam o material queratinofílico em material nutritivo, utilizando-o também para a sua implantação. Por outro lado, produzem elastases, que lhes permitem agir sobre a elastina, que também auxilia na sua instalação. A capacidade invasora desses fungos está limitada a áreas superficiais do corpo.

Segundo FERREIRA & ÁVILLA (1996), as dermatofitoses (Tinha ou Tinea) são infecções fúngicas de tecidos queratinizados (pêlos, unhas e pele) do homem e de animais, causadas por esse grupo de fungos. Os agentes etiológicos das dermatofitoses são classificados em três gêneros anamorfos (reprodução assexuada por esporulação simples): *Trichophyton* sp, *Microsporum* sp e *Epidermophyton* sp, e, segundo TRABULSI (1991), têm mais de 45 espécies.

Segundo GIUDICE (2008) as características morfológicas da forma assexuada são usadas para a classificação das diferentes espécies deste grupo. Conforme

LACAZ et al. (2002), para a diferenciação das espécies deve-se observar o aspecto macroscópico das colônias, características microscópicas, necessidades nutricionais, teste de perfuração de pêlo *in vitro*, prova da urease, sensibilidade ou resistência à cicloheximida, entre outros. De acordo com FERREIRA & ÁVILLA (1996), dois tipos de conídios hialinos podem ser produzidos pelos dermatófitos: macronídios multicelulares, lisos ou rugosos de parede fina ou espessa e microconídios unicelulares, de parede lisa. Os três gêneros são agrupados de acordo com a presença ou ausência destes dois tipos de conídios e a aparência da superfície do macroconídio, liso ou rugoso.

A invasão tecidual é essencialmente cutânea; os dermatófitos não penetram, em regra, nas partes mais profundas dos tecidos ou órgãos. A infecção pode variar de leve a severa em consequência da reação do hospedeiro e produtos metabólicos do fungo, da virulência da cepa, da localização da infecção e fatores do meio. Ocasionalmente, o tecido subcutâneo pode ser invadido em processos como no granuloma de Majocchi, no Querion ou, mais raramente, em infecção generalizada (FERREIRA & ÁVILLA, 1996).

De acordo com TRABULSI (1991), no pêlo, os dermatófitos atacam a camada superficial, avançando até o folículo piloso. Este pode perder o brilho, tornar-se quebradiço, podem aparecer zonas de tonsura, microabcessos, lesões crostosas, alopecia, entre outros, dependendo do agente causador. O parasitismo pode ser *ectothrix*, em que o fungo forma uma bainha ao redor do pêlo, *endothrix*, em que o fungo parasita o interior do pêlo e, eventualmente, *endoectothrix*. Na pele causam geralmente lesões descamativas, circulares, com bordos eritematosos, microvesiculosas, com propagação radial, com tendência à cura central. Na unha a infecção inicia-se pela borda livre, podendo atingir a superfície e área subungueal. As unhas podem tornar-se branco-amareladas, porosas, quebradiças.

Os dermatófitos podem variar em sua distribuição geográfica; alguns, como *Trichophyton rubrum*, são cosmopolitas distribuídos mundialmente, enquanto outros são mais restritos, como *T. concentricum*, limitados às ilhas do Pacífico e regiões da América Central e do Sul (FERREIRA & ÁVILLA, 1996). Das espécies de dermatófitos, as mais freqüentes em nosso meio são: *Trichophyton rubrum*, *T. mentagrophytes*, *T. tonsurans*, *Microsporum canis*, *M. gypseum* e *Epidermophyton floccosum*. Outras espécies como *T. verrucosum*, *T. schoenleinii*, *T. violaceum*, dentre outros, são de ocorrência esporádica (TRABULSI, 1991). Porém, de acordo com SCHAECHTER et al (2002), esses padrões de distribuição estão mudando em virtude da grande mobilidade da população mundial.

Conforme KONEMAN et al. (2008), as espécies de importância clínica mais encontradas são *M. canis*, *M. gypseum*, *T. mentagrophytes*, *T. rubrum*, *T. tonsurans*, *T. verrucosum* e *E. floccosum*.

De acordo com GIUDICE (2008), ecologicamente existem espécies zoofílicas, geofílicas e antropofílicas. As espécies zoofílicas são frequentemente associadas a animais, mas podem, ocasionalmente, infectar o homem ou serem isoladas do solo. Os geofílicos estão ligados a material queratínico em decomposição, dispersos no solo, podendo infectar o homem e os animais. Sua distribuição parece ser influenciada pelo pH do solo, preferindo pH próximo ao neutro. Destes, poucos são capazes de causar dermatofitoses em algumas espécies de animais, incluindo o homem. Já as espécies antropofílicas estão vinculadas ao homem, raramente infectando outros animais. De acordo com FERREIRA & ÁVILLA (1996), 2/3 das espécies de dermatófitos associadas à doença no homem são antropofílicas, sendo que algumas espécies têm áreas bem definidas de endemidade, enquanto outras como *T. rubrum* e *T. tonsurans* são cosmopolitas. Segundo SCHAECHTER et al. (2002), os

dermatófitos antropofílicos geralmente causam infecções crônicas e seu tratamento pode ser difícil enquanto que os zoofílicos e geofílicos causam lesões inflamatórias que podem cicatrizar espontaneamente.

O contato agente-hospedeiro pode ocorrer de modo direto ou indireto, através de objetos ou meio ambiente contaminados (FERREIRA & ÁVILLA, 1996). Segundo TRABULSI (1991), pesquisas demonstraram a presença de dermatófitos em indivíduos e animais sem lesão clínica aparente; estes podem ser portadores assintomáticos, agindo o dermatófito como oportunista, vivendo em estado latente nesses hospedeiros.

Segundo SCHAECHTER et al. (2002), a lesão clássica da tinea caracteriza-se pela presença do micélio fúngico no estrato córneo que geralmente resulta em sinais mínimos de infecção que leva a uma reação inflamatória na epiderme e derme subjacentes quando a infecção está ativa. Hábitos ambientais e culturais associados aos tipos de roupa e calçados contribuem para a incidência de dermatofitose e condições de vida em aglomerações constituem fatores importantes na disseminação das infecções.

A estrutura fúngica mais comumente associada ao contágio, especialmente em dermatófitos antropofílicos, é uma forma oblonga e arredondada, persistente, denominada artroconídio, encontrada em cabelos infectados e escamas epidérmicas. Esta estrutura pode persistir por anos no meio e é altamente resistente ao calor (FERREIRA & ÁVILLA, 1996).

De acordo com ALY (1994), alguns desses organismos evoluíram gradualmente e parasitam a queratina de tecidos de animais que vivem em grande proximidade com o solo, como *M. nanum* em porcos e *T. quickeanum* em camundongos. Quando fungos zoofílicos infectam humanos, provocam uma

resposta inflamatória mais severa do que em animais. A produção de protease é envolvida na resposta inflamatória da infecção apoiando a premissa que alguns dermatófitos são especializados em um hospedeiro particular. Os fungos geofílicos produzem conídios abundantes. Nesse processo de evolução de geofílicos saprófitas para zoofílicos e antropofílicos, a produção de conídios foi gradualmente diminuindo. Dermatófitos antropofílicos, como *M. audouinii*, *T. rubrum*, *T. schoenleinii* e *T. violaceum* produzem poucos conídios na cultura. Embora os antropofílicos, como *E. floccosum*, produzam muitos conídios, a sua habilidade de manter esta capacidade diminui em subculturas repetidas. Estes fungos altamente evoluídos com hospedeiros específicos se reproduzem e espalham seus artroconídios, que são propágulos parasitas. Esses propágulos podem sobreviver no ambiente por um longo tempo.

a) Gênero *Epidermophyton*

Este gênero é caracterizado pela ausência de microconídios e presença de macroconídios largos, clavados de parede lisa, apresentando de uma a nove septações (20 a 60 μm de comprimento por 4 a 13 μm de largura); aparecem isolados em cachos de 2 a 3. *E. floccosum* é o único patógeno; invade pele, unhas e raramente cabelos (FERREIRA & ÁVILLA, 1996), apresenta colônias de desenvolvimento mais lento, aveludadas, com sulcos radiados e de cor verde-limão (TRABULSI, 1991).

b) Gênero *Microsporium*

Espécies de *Microsporium* produzem macroconídios e microconídios, que podem ser raros ou numerosos, dependendo do meio e substrato. A distribuição das espécies depende das características do macroconídio que é de parede rugosa, variando de pouco rugoso, equinulado a verrucoso. Estes também variam na forma, número de septos (1 a 15), tamanho (6 a 60 μm x 6 a 25 μm) e espessura da parede celular. Microconídios são piriformes ou clavados e aparecem geralmente isolados ao longo das hifas. Espécies de *Microsporium* invadem cabelo, pele e, raramente, unhas (FERREIRA & ÁVILLA, 1996). Segundo KONEMAN et al. (2008), os microconídios são pequenos, hialinos e apresentam formato elíptico ou de lágrima e se ligam diretamente às laterais das hifas. Mostram crescimento rápido de colônias algodonosas ou pulverulentas, com pigmentação variada no reverso, do amarelo ouro ao marrom, de acordo com a espécie (TRABULSI, 1991). Conforme LACAZ et al. (2002), possuem raras espirais, clamidoconídios e micélio em raquete.

c) Gênero *Trichophyton*

Neste gênero, macroconídios têm parede lisa, fina a espessa, apresentando diversidade na forma (clavados, fusiformes ou cilíndricos), variando no número de septos (1 a 12), tamanho (8 a 86 μm x 4 a 14 μm), únicos ou em cachos, de base larga, pouco numerosos ou ausentes. Microconídios são geralmente mais numerosos que os macroconídios, podem ser globosos, piriformes ou clavados e dispõem-se isoladamente ou em cachos. A produção de microconídios é mais característica deste gênero (FERREIRA & ÁVILLA, 1996) e, de acordo com

KONEMAN et al. (2008), seu tamanho e disposição são importantes para a identificação das espécies. Apresenta colônias de desenvolvimento rápido, aspecto algodinoso, cor branca, com reverso apresentando cor variada (TRABULSI, 1991). Segundo LACAZ et al. (2002), espirais podem estar presentes. Conforme KONEMAN et al. (2008), produção de pigmento, atividade da urease, capacidade de comprometer fios de cabelo e os padrões de crescimento diferencial nos meios de cultura com e sem tiamina e niacina também são úteis para a identificação de espécies.

2.2. CRITÉRIOS E ORIENTAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DE RECREAÇÃO E AREIA

As águas recreacionais estão associadas a surtos de doenças de veiculação hídrica e, portanto, devem ser objeto de avaliação quanto à sua qualidade sanitária, pois podem conter microrganismos cuja presença pode ameaçar a saúde dos frequentadores de praias, seja para lazer ou trabalho (WHO, 2003).

“A qualidade da água para fins de recreação de contato primário constitui a balneabilidade”. Para a avaliação da balneabilidade é necessário o estabelecimento de critérios que devem ser baseados em indicadores a serem monitorados. As concentrações de microrganismos indicadores encontradas devem ser comparadas com critérios estabelecidos (CETESB, 2007c).

Nesse sentido, existem regulamentos específicos para o monitoramento e controle da qualidade dessas águas com o intuito de se promover e proteger a saúde dos usuários de praias.

Nesse capítulo é abordada a legislação vigente no Brasil, assim como as recomendações da Organização Mundial da Saúde e ainda a legislação vigente nos Estados Unidos e a Diretiva do Conselho das Comunidades Européias.

2.2.1. Nacional

No Brasil, a balneabilidade das águas é estabelecida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) do Ministério do Meio Ambiente. A Resolução

CONAMA nº 357/2005, que substituiu a Resolução CONAMA nº 20/1986, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Considera ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliadas por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes. No capítulo II, “Da classificação dos corpos de água”, o artigo 3º, reza que “*as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade*”. Além disso, considera a vigência da Resolução CONAMA nº 274/2000, que dispõe sobre os critérios de balneabilidade; sendo que para o uso de recreação de contato primário, deverão ser obedecidos os padrões de qualidade, previstos na referida Resolução. Nesta, a recreação de contato primário é definida como o contato direto e prolongado com a água na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevado (CONAMA, 2005).

De acordo com CONAMA (2001), segundo a Resolução nº 274/2000 a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade; e portanto, determina a avaliação de parâmetros específicos de monitoramento para estimar as condições de balneabilidade das águas recreacionais de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. Nessa resolução, o artigo 2º reza que as águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão suas condições categorizadas como própria e imprópria.

Segundo esta Resolução, as águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorias das águas recreacionais, segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000, de acordo com os limites de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos por 100 mL de água.

CATEGORIA		Coliformes termotolerantes/100 mL	<i>Escherichia coli</i> /100 mL	Enterococos/100 mL
PRÓPRIA	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

Fonte: CETESB, 2010

Quando é utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas são categorizadas de acordo com o critério mais restritivo.

As águas são consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências: não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; valor obtido na última amostragem superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros. Podem também ser consideradas impróprias quando as autoridades sanitárias locais indicarem aumento da incidência de doenças de transmissão hídrica na região. Outros aspectos que podem categorizar uma praia como imprópria são: presença de resíduos ou despejos sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; valores de pH menores que 6,0 ou maiores que 9,0 (águas doces), à exceção

das condições naturais; floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário. Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

A Resolução CONAMA nº 274/2000 ainda profere autoridade de que os trechos das praias e de balneários podem ser interditados pelo órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), quando houver a constatação que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifique tal medida. Considera-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

Segundo a Resolução, a amostragem deve ser realizada, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente. Esta deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas.

Embora não estabeleça nenhum parâmetro de avaliação das areias de praias, a Resolução CONAMA nº 274/2000 expressa preocupação em relação à qualidade dessas areias. Em seu artigo 8º recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia inclusive para servir de base para futuras padronizações.

Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente.

Quanto à qualidade microbiológica das areias das praias, no município do Rio de Janeiro, de acordo com SMAC (2000), a Resolução SMAC nº 81/2000, dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias. Foi criada levando-se em consideração que na Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro, em seu Artigo 472, inciso II, consta que o Poder Público é obrigado a garantir amplo acesso dos interessados às informações sobre fontes e causas de poluição e de degradação ambiental, incluindo-se aí as substâncias potencialmente danosas nas areias das praias e ainda que, a Constituição Federal determina em seu artigo 30, inciso I, que compete aos Municípios legislar sobre assuntos de interesse local e enfatiza a lacuna existente na legislação federal, notadamente nas Resoluções do CONAMA sobre padrões para a classificação da qualidade das areias das praias. Assim a Lei nº 2138/94, a qual cria a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), estabelece que caberá à SMAC estabelecer padrões ambientais que terão vigor no território do Município sobre a qualidade das areias das praias. Para isso a SMAC realizou estudos, pelo período de um ano, em pontos de areia da Prainha (praia sem impacto antrópico) e da praia de Copacabana, abrangendo zonas de areia próximas à calçada, no centro da faixa de areia e próximas ao mar, bem como nas laterais dos cursos d'água afluentes ao mar ("línguas negras"), além de outros vinte pontos nas praias oceânicas e cinco pontos nas praias no interior da Baía de Guanabara. A qualidade da areia da Prainha foi considerada a meta a ser seguida e, portanto os valores máximos permitidos foram baseados na densidade de coliformes totais e *E. coli* nas amostras de areia da Prainha.

Esta Resolução obriga a SMAC a divulgar, quinzenalmente, Boletim de avaliação da condição das areias das praias do Município do Rio de Janeiro, pretendendo assim garantir amplo acesso à informação pela população.

Os resultados apresentados nesse Boletim são gerados a partir de análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de areia coletadas nas praias, verificação das condições meteorológicas, notificações de incidentes nas redes de esgotamento sanitário e drenagem e constatações visuais de interferências poluidoras.

As amostras de areia são sempre coletadas em um dos dias da semana correspondentes aos do monitoramento da balneabilidade nas praias, realizado pela SMAC. Estas serão coletadas sempre no mesmo local, no centro da faixa de areia, local mais frequentado pelos banhistas, porém não atingido pela maré, definido por medição com a utilização de trena.

As condições de realização de amostragem deverão atender aos seguintes critérios:

I - A amostragem de areia em cada estação de coleta é realizada em área de $2m^2$, no centro da faixa de areia;

II – As amostras devem ser coletadas na área delimitada, de onde são retiradas cinco sub-amostras em sua parte superficial (até 5 cm) e colocadas em frascos esterilizados com capacidade de 250 mL e preenchidos até a metade;

III – As amostras são acondicionadas em isopor à temperatura de $4^{\circ}C$ e levadas ao laboratório para análise imediata.

No artigo 6º, são apresentados os limites máximos de colimetria, baseados nos resultados de colimetria obtidos com o monitoramento da areia da Prainha, considerada limpa e sem influência de urbanização, a serem utilizados na classificação da areia para recreação de contato primário, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Limites máximos de colimetria utilizados na classificação da areia para recreação de contato primário, segundo a Resolução SMAC nº 81/2000, do município do Rio de Janeiro.

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

Fonte: Resolução SMAC, 2000

De acordo com os limites estabelecidos, não se recomenda contato primário com areias que possuam classificação igual a * (um asterisco), assim como contato com areias que tenham sinais de poluição perceptíveis pelo olfato ou visão.

No caso de se constatar a presença de substância potencialmente danosa à saúde da população adota-se a sinalização gráfica nas praias como advertência quanto à utilização da área em questão.

Segundo BOUKAI (2005) há, no município do Rio de Janeiro, um arcabouço de leis relacionadas à manutenção da qualidade da orla marítima, incluindo as areias de praias. Cita como exemplos a Lei Orgânica do Município, de 05/04/90, a qual incumbe ao Poder Público garantir a limpeza e a qualidade das areias e águas de praia e garantir amplo acesso aos interessados às informações sobre questões ambientais, incluindo a presença de substâncias potencialmente danosas à saúde nas áreas de praia. A Lei Municipal nº 3210, de 05/04/01 cria a obrigatoriedade da divulgação da qualidade da areia das praias do município. Quanto à presença de animais nas praias, a Lei Municipal nº 2358, de 06/09/95, autoriza o Poder Executivo a criar campanha educativa sobre animais nas areias das praias e o Decreto Municipal nº 20225, de 13/07/01, proíbe a presença de animais nessas áreas. O autor cita que outro fator importante é a presença de luz solar na areia, e para isso o Decreto Municipal nº 18038, de 28/10/99, determina a realização do estudo de sombra das edificações na praia, a Lei Complementar Municipal nº 47, de 01/12/2000, proíbe a construção residencial ou comercial na orla marítima que projetem sombra sobre o areal. Com relação aos cursos d'água afluentes às praias, a Resolução SMAC nº 67, de 07/02/00, dispõe sobre ação emergencial mitigadora das línguas negras nas praias do município por ocasião da ocorrência de chuvas. A Lei Municipal nº 4139, de 18/07/05, reza que os permissionários de atividade comercial (quiosques) devem providenciar a manutenção permanente da limpeza da área em torno do quiosque situada dentro de um raio de 50 metros.

2.2.2. Internacional

De acordo com OMS (WHO, 2003), valores orientadores para águas recreacionais são fixados com relação a um nível de exposição no qual não são

esperados efeitos adversos à saúde e são desenvolvidos para prevenir a ocorrência de surtos de doenças em decorrência de exposição a essas águas.

A OMS (WHO, 2003) recomenda para o estabelecimento de padrões de avaliação da qualidade das águas recreacionais a utilização do percentil 95% das medições de enterococos por 100 mL em um determinado período distintamente da utilização do cumprimento de níveis percentuais para águas recreacionais, normalmente 95% de cumprimento de níveis percentuais, ou seja, 95% das medições devem estar abaixo de um valor específico para satisfazer um padrão ou uma média geométrica de valores de qualidade. O Percentil 95 do número de enterococos por 100 mL representa níveis de risco com base em condições de exposição. Assim valores orientadores (Quadro 3) para a qualidade microbiológica de águas recreacionais foram estabelecidos com base em estudos epidemiológicos que mostraram uma série de efeitos adversos à saúde, incluindo infecções respiratórias e gastroenterites associadas a águas recreacionais com poluição fecal.

Quadro 3 - Valores orientadores para a qualidade microbiológica de águas recreacionais, segundo a OMS.

Percentil 95 do valor de enterococos intestinais/100 mL	Base de cálculo	Risco estimado por exposição
≤40 A	Resultado inferior ao NOAEL em muitos estudos epidemiológicos	<1% de risco de GI <0,3% de risco de AFRI O alto valor do P95 para 40/100 mL refere-se à probabilidade média de menos de 1 caso de GI em cada 100 exposições. O AFRI seria negligenciável.
41 - 200 B	O valor de 200/100 mL está acima do limiar de transmissão relatado na maioria dos estudos epidemiológicos desenvolvidos que tentaram definir um NOAEL ou LOAEL para GI e AFRI	1 - 5% de risco de GI 0,3 - 1,9% de risco de AFRI O alto valor de P95 de 200/100 mL diz respeito a probabilidade média de 1 caso de GI em 20 exposições. A taxa de AFRI superior a este valor pode ser menos que 19 por 1000 exposições ou menos que 1 em 50 exposições.
201 - 500 C	Este intervalo representa um substancial aumento da probabilidade de todos os efeitos adversos na saúde para os dados de dose-resposta disponíveis	5 - 10% de risco de GI 1,9% - 3,9% de risco de AFRI Este intervalo de P95 representa a probabilidade de 1 em 10 ou 1 em 20 casos de GI para 1 exposição. Exposições nesta categoria também sugerem risco de AFRI na faixa de 19 - 39 por 1000 exposições ou um intervalo de 1 - 50 em 25 exposições.
>500 D	Acima deste nível podem haver significativos riscos de transmissão de doenças	>10% de risco de GI > 3,9% de risco de AFRI Há mais que 10% de chance de GI por 1 única exposição. A AFRI no P95 de >500/100 mL seria de >39 por 1000 exposições ou superior a 1 em 25 exposições.

Notas:

1. Abreviações: A - D são categorias de avaliação da qualidade microbiológica da água utilizadas como parte de processo de classificação; AFRI: doença respiratória aguda febril; GI: gastroenterite; LOAEL: efeito adverso menos observado; NOAEL: efeito adverso não observado
2. A "exposição" foi de no mínimo 10 minutos de natação com 3 imersões de cabeça
3. O "risco estimado" refere-se ao excesso de risco de doença (em relação a um grupo de não banhistas) entre um grupo de banhistas que tenham sido expostos a águas recreacionais com contaminação fecal
4. Este quadro é obtido a partir do risco para adultos saudáveis expostos à águas marinhas temperadas do norte europeu. Não diz respeito a crianças, idosos ou imunodeprimidos.

Fonte: WHO, 2003

Nos Estados Unidos, em 1986, a U. S. EPA publicou “Ambient Water Quality Criteria for Bacteria”. Este documento recomenda critérios de qualidade de água para proteger a população de doenças causadas por bactérias intestinais encontradas em águas destinadas ao contato primário. Antes de 1986, a U. S. EPA recomendava o uso de bactérias do grupo coliforme para proteger a saúde da população em água de recreação e os critérios numéricos eram a média geométrica de 200/100 mL, com não mais de 10% do total de amostras colhidas durante qualquer período de 30 dias superior a 400/100 mL. No entanto, a U. S. EPA conduziu estudos epidemiológicos utilizando vários organismos indicadores, como coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos. Posteriormente, recomendou o uso de *E. coli* e enterococos para águas doces e enterococos para águas marinhas. Desenvolveu esses valores com base na concentração de *E. coli* e enterococos de estudos epidemiológicos a cerca de correlação para a estimativa da taxa de doença associada ao critério recomendado para coliformes termotolerantes. Estimou a taxa de doenças em aproximadamente 0,8% de nadadores expostos à água doce e 1,9% de nadadores expostos à água marinha. O Quadro 4 apresenta a média geométrica da densidade, bem como quatro valores máximos diferentes para cada amostra, adequados para diferentes níveis de utilização da praia. O menor nível de confiança corresponde ao mais elevado nível de proteção (U.S. EPA, 2004).

Quadro 4 - Critérios de qualidade para proteção no contato primário no meio marinho, segundo U. S. EPA.

Indicador	nº aceitável de gastroenterites associadas à natação/1000 nadadores	Média Geométrica da densidade do indicador	Densidade máxima admissível em 1 amostra			
			área destinada para banho (>75% CL)	uso moderado para recreação (>82% CL)	pouco uso para recreação (>90% CL)	uso não indicado para banho (>95% CL)
Enterococos	19	35/100 mL	104	158	276	501

CL= nível de confiança

Fator do nível de confiança (CL): 75%: 0,68; 82% 0,94; 90%: 1,28; 95%: 1,65

Desvio padrão de acordo com estudos epidemiológicos: 0,7

Fonte: U. S. EPA, 2004

Nos países europeus que fazem parte da Comunidade Européia, a qualidade das águas recreacionais era estabelecida conforme a Directiva do CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS 76/160/CEE, de 08 de dezembro de 1975 (CEE, 1976), que é relativa à qualidade das águas balneares. Esta Directiva leva em consideração que a proteção do ambiente e da saúde pública torna necessária a redução da poluição das águas balneares e a sua proteção contra degradação e, portanto tem como objetivos a melhoria das condições de vida, conduzindo o desenvolvimento harmonioso das atividades econômicas do conjunto da Comunidade Européia que resulte em uma expansão contínua e equilibrada, tornando necessário um controle das águas balneares. Nesse sentido, prevê que sejam estabelecidos objetivos em comum de qualidade, que fixem as diferentes condições a que um ambiente deve satisfazer e, nomeadamente, a definição de parâmetros válidos para a água, incluindo as águas balneares. Os Estados-membros devem fixar valores-limites correspondentes a certos parâmetros e considera que é necessário prever que as águas balneares são, em certas condições, consideradas conforme os valores dos parâmetros que lhes dizem respeito, mesmo no caso de uma

percentagem de amostras, recolhidas durante a época balnear, não respeitar os limites especificados pela Directiva.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos (coliformes totais, coliformes termotolerantes, estreptococos fecais, salmonelas e enterovírus) aplicáveis às águas balneares constam do anexo que faz parte integrante desta diretiva. Neste é apresentado também um “valor guia” e um “valor imperativo”, assim como a frequência de amostragem e a metodologia analítica estabelecida para cada parâmetro.

Os Estados-membros devem fixar, para todas as zonas balneares ou para cada uma delas, os valores aplicáveis às mesmas respeitando os parâmetros indicados no anexo da Directiva. Para parâmetros que não constam do anexo, os Estados-membros podem não fixar valores, enquanto os valores numéricos não tiverem sido determinados. Sempre que existirem valores na coluna G do anexo, com ou sem valor correspondente na coluna I do mesmo, os Estados-membros devem direccionar esforços para respeitá-los como valores guia. Têm a liberdade de determinar em qualquer momento, para as águas balneares, valores mais rigorosos que os previstos na presente Directiva.

As águas balneares são declaradas em conformidade com os parâmetros descritos no anexo quando as amostras, recolhidas com a frequência previamente estabelecida, em um mesmo local, apresentarem-se de acordo com os valores dos parâmetros respectivos à qualidade da água em questão em:

-95% das amostras, no caso dos parâmetros conformes aos especificados na coluna I do anexo.

-90% das amostras nos outros casos, exceto para os parâmetros coliformes totais e coliformes termotolerantes, para os quais a percentagem das amostras pode ser de 80%; e se, para os 5%, 10% ou 20% das amostras que, segundo o caso, não estão conformes:

-a água não se afastar de mais de 50% do valor dos parâmetros em questão, com exceção dos parâmetros microbiológicos, o pH e o oxigênio dissolvido,
-as amostras de água recolhidas consecutivamente, com uma frequência estatisticamente adequada, não se afastarem dos valores dos parâmetros correspondentes.

As amostras são recolhidas, preferencialmente a 30 centímetros abaixo da superfície da água, nos locais em que a densidade média diária de banhistas é mais elevada, devendo começar antes da época balnear. Assim, se a coleta e análise das amostras revelarem a existência ou a probabilidade de descargas de substâncias com potencial de diminuir a qualidade da água balnear, é conveniente efetuar coletas suplementares. Estas coletas devem ser igualmente efetuadas se existir qualquer outra razão que faça suspeitar de uma diminuição da qualidade da água.

Anualmente os Estados-membros elaboram um relatório sobre a aplicação da presente Diretiva durante o ano. O referido relatório deve ser produzido com base em um questionário ou em um esquema elaborado por uma comissão de acordo com o procedimento previsto no artigo 6º da Diretiva 91/692/CEE. O questionário ou o esquema deve ser enviado aos Estados-membros seis meses antes do início do período abrangido pelo relatório. O relatório deve ser enviado à comissão antes de terminar o ano em questão.

Conforme o PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO (2006), a Diretiva 76/160/CEE foi revogada pela Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho

2006/7/CE, relativa à gestão da qualidade das águas balneares. Os principais objetivos desta nova Diretiva consistem na preservação, proteção e melhoria da qualidade do ambiente e na proteção da saúde humana, complementando a Directiva 200/60/CE (Directiva Quadro da Água). Os novos desafios impostos referem-se à classificação da qualidade das águas balneares, gestão da qualidade ambiental e prestação de informação ao público. Com a implantação da nova Directiva, pretende-se avaliar o histórico de qualidade da água balnear, em vez de avaliar apenas a época balnear, como era realizado com a aplicação da Directiva 76/160/CEE. Assim, o sistema de classificação é baseado na distribuição estatística de novos parâmetros microbiológicos (enterococos intestinais e *Escherichia coli*) para um período de quatro anos para verificar se determinados percentis excedem os valores máximos admissíveis de cada parâmetro para cada uma das quatro classes de qualidade agora denominadas como excelente, boa, suficiente e medíocre. Os valores para as não conformidades tornam-se mais restritivos.

Há também a questão da gestão ambiental da qualidade das águas balneares, com duas vertentes, sendo que a implementação de programas de medidas de redução de poluição deve garantir que todas as águas balneares apresentem, no mínimo, qualidade “suficiente” e a tomada de medidas de gestão em circunstâncias excepcionais de contaminação com o objetivo de disponibilização ao público mais rapidamente para a proteção da saúde pública. Outro fator importante é a percepção da necessidade de interação com o público e assim incentivar sua participação ativa.

Assim sendo, o novo sistema de classificação das águas balneares, por conta da distribuição estatística levando em consideração vários anos e da redução dos valores máximos admissíveis dos parâmetros, resultará em níveis de não conformidade superiores aos obtidos com a Directiva 76/160/CEE.

A Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE, 2007), após monitoramento de areias de praias em Portugal e embasada na Directiva 2006/7/EC, propôs alguns parâmetros e padrões para a avaliação microbiológica das areias de praias. Em 2002 foram propostos Valores Máximos Admissíveis (VMA) e Valores Máximos Recomendados (VMR) para bactérias e fungos. Em 2007 foi feita uma revisão dos VMR, sendo propostos, além daqueles, os Novos Valores Máximos Recomendados (NVMR), de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 - Valores máximos recomendados, novos valores máximos recomendados e valores máximos admissíveis para avaliação microbiológica de areias de praias, segundo a ABAE.

Parâmetros	VMR (pfc/g)	NVMR (pfc/g)	VMA (pfc/g)
Leveduras	30	3	60
Fungos potencialmente patogênicos	70	5	85
Dermatófitos	1	1	15
Coliformes totais	5	5	100
<i>Escherichia coli</i>	1	1	20
Enterococos intestinais	1	1	20

PFC = Partícula Formadora de Colônia

Fonte: ABAE, 2008

Também nas Comunidades Europeias são estabelecidos Critérios de atribuição da Bandeira Azul para Zonas Balneares. A Bandeira Azul (Figura 1) é atribuída anualmente, como indicativo de qualidade ambiental, às praias que atendem a uma série de critérios. São 27 critérios, sendo 22 imperativos. Quando a praia não atende a um ou mais critérios imperativos (I), não recebe a bandeira. É conveniente que a zona balnear esteja de acordo com os critérios guia (G).

Estes critérios estão divididos em quatro grupos: Qualidade da Água, Informação e Educação Ambiental, Gestão Ambiental e Segurança e Serviços (ABAE, s.d.a). Segundo a ABAE (s.d.b), o Programa Bandeira Azul iniciou-se em 1987, como iniciativa do Foundation for Environmental Education (FEE) e apoio da Comissão Europeia. Seus objetivos são *“elevar o grau de conscientização dos cidadãos em geral e dos decisores em particular, para a necessidade de se proteger o ambiente marinho e costeiro e incentivar a realização de ações conducentes à resolução dos problemas aí existentes”*. O Programa abrange praias, portos de recreio e embarcações de recreio, que se candidatam à campanha, tendo como instrumento o galardão “Bandeira Azul da Europa”, que é atribuído quando são cumpridos uma série de critérios de natureza ambiental, segurança, conforto dos usuários, informação e sensibilização ambiental.

Figura 1 - Bandeira Azul para Zonas Balneares.



Fonte: ABAE, 2009

Quanto à gestão ambiental em praias, na Espanha, vigora a UNE 150104:2008 – Sistemas de Gestão Ambiental: Guia para a implementação de sistemas de

gestão ambiental conforme a Norma UNE-EN ISO 14001 em praias (AENOR, 2008). Esta norma pretende orientar a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em praias. Existem grandes variedades de praias, com múltiplas peculiaridades com relação a serviços e gestão, assim é necessária uma adaptação particularizada a cada praia, que deverá adaptar o sistema a suas próprias necessidades para otimizar sua eficácia, por isso nem todas as considerações são aplicáveis a totalidade das praias, igualmente, cada praia pode ter particularidades que são próprias e que não são contempladas no texto. Esta norma se aplica a sistemas naturais, não incluindo nenhum sistema exclusivamente artificial, como é habitual em outras normas. Esta característica faz com que os aspectos que afetam o meio natural, como flora e fauna, e o meio físico e os que convergem distintas competências públicas e privadas tenham maior relevância que em outras normas.

São contempladas as atividades próprias da autoridade municipal e outras administrações com competências na gestão das praias, assim como as atividades controladas pelas autoridades sob forma de concessão, licenças e atividades no entorno das praias que tenham influência significativa sobre o meio ambiente.

Dentre os itens, destaca-se a “Aplicação dos requisitos do Sistema de Gestão Ambiental”. Nos “Requisitos Gerais” deste item recomenda-se que antes do início da implantação do SGA seja feita uma Revisão Ambiental Inicial (RAI) para se fazer um diagnóstico do estado ambiental, da qualidade da praia e dos antecedentes da gestão anterior, o que permite identificar o estado atual da situação ambiental e do grau de cumprimento dos requisitos exigidos pela Norma UNE-EN ISO 14001:2004. Dentre algumas exigências mínimas, cita-se o cumprimento de requisitos legais e outros acordos, dentre eles, o desenvolvimento da Agenda 21 municipal e obtenção da Bandeira Azul; o

controle operacional de processos e atividades, como gestão de resíduos e controle de descargas; a existência de registros relativos ao monitoramento e medições, como as análises da águas recreacionais e das areias; o controle da quantidade de resíduos removidos; informações sobre programas de divulgação e educativos relativos à gestão do litoral; o controle do consumo de água e eletricidade para os serviços das praias, e outros.

Enquanto não for implementado o SGA é importante uma primeira identificação de aspectos ambientais como emissões atmosféricas; descargas na areia; descargas na água; consumo de recursos naturais como água, energia, matérias-primas; resíduos gerados; ruídos, vibrações, radiações e odores; ordenação territorial e paisagística; impactos sobre o sistema natural e sua flora e fauna; outros aspectos que impliquem em riscos ambientais, tanto de origem natural como antrópico, em condições normais, anormais e de emergência. Também é conveniente considerar os aspectos indiretos, como o comportamento dos usuários e ações fora do âmbito da gestão, mas que causam impactos (descargas de barcos, emissários submarinos).

Torna-se necessária a “identificação de aspectos ambientais” onde deveria se dispor de uma relação de atividades que têm lugar habitualmente nas praias e sua zona de influência desenhando um diagrama que contemple os principais processos e outros.

Algumas atividades ocorrem regularmente nas praias e estão sujeitas a freqüência e intensidade de acordo com a tipologia de cada praia. Destacam-se, entre as atividades primárias, a limpeza e controle higiênico-sanitário das águas recreacionais e das areias (limpeza manual e mecânica); manutenção das instalações e equipamentos nas praias e sua zona de influência. Destacam-se, entre as atividades secundárias, manutenção de estações de descargas de

esgotos e emissários submarinos e manutenção da areia; ordenamento territorial e paisagístico; prestação de serviços aos usuários das praias; acessibilidade às praias. Uma vez identificados os aspectos ambientais resultantes das diferentes atividades desenvolvidas nas praias e seu entorno, a organização deve proceder à avaliação dos mesmos para estabelecer sua importância.

É necessário identificar os requisitos específicos incluídos na legislação e decidir os requisitos numéricos (parâmetros de qualidade das águas recreacionais e consequente classificação sanitária da praia) assim como os requisitos administrativos. A organização deve identificar os requisitos legais que são de cumprimento obrigatório e os requisitos de caráter voluntário que passam a ser obrigatórios para a obtenção da Bandeira Azul ou para a concessão do certificado de qualidade turística outorgado pelo Instituto para a Qualidade Turística Espanhola – ICTE (marca “Q”).

A Política Ambiental de uma organização com relação à gestão integral de suas praias deve estabelecer os princípios ambientais básicos que orientem a gestão deste espaço de uso público com critérios de sustentabilidade econômica, social e ambiental. Esta política deve ser coerente com outras políticas já existentes. Os requisitos básicos a serem incluídos na Política Ambiental são descritos nesta norma. Com isto a organização é capaz de identificar e avaliar adequadamente os aspectos ambientais que afetam as praias.

2.3. OCORRÊNCIA DE MICRORGANISMOS NA ÁGUA E NA AREIA DE PRAIAS

Muitos estudos relativos à qualidade sanitária de praias são realizados em âmbito mundial com o objetivo de se avaliar a qualidade microbiológica de águas e areias de praias por estas serem uma opção procurada para recreação e porque a contaminação microbiológica desses ambientes pode oferecer riscos à saúde dos usuários.

Este capítulo cita alguns estudos já realizados no Brasil e em outros países a fim de transmitir um panorama da qualidade das águas e areias de praias e fornecer um histórico de parte dos dados disponíveis na literatura consultada.

No Estado de São Paulo são citados os seguintes estudos de avaliação sanitária de águas e areias de praias: SANCHEZ et al. (1986), CETESB (1992), SATO et al. (2005), ROCHA (2007), OLIVEIRA & PINHATA (2008) e CETESB (2010).

Conforme SANCHEZ et al. (1986), durante 19 meses (junho/84 a dezembro/85) amostras de água e de areia foram coletadas mensalmente de 8 praias da Baixada Santista e de uma praia de Ubatuba, totalizando 342 amostras. Foram analisados, na água e na areia, coliformes totais, coliformes termotolerantes, estreptococos fecais, *P. aeruginosa* e *Salmonella* sp. Enterovírus e enterococos nas amostras de água e *C. albicans*, dermatófitos, *Malassezia furfur*, ovos de helmintos e cistos de protozoários nas amostras de areia. Os resultados obtidos apontaram que, nas 171 amostras de água houve elevada contaminação fecal, com concentrações de coliformes termotolerantes chegando a 10^5 NMP/100 mL e de enterococos atingindo 10^3 UFC/100 mL. A concentração de *P. aeruginosa*

atingiu a ordem de 10^4 UFC/100 mL e que 10,5% das amostras avaliadas foram positivas para a presença de *Salmonella* sp e 3,5% positivas para enterovírus. As amostras de areia também apresentaram elevada contaminação fecal, com concentrações de coliformes termotolerantes e estreptococos fecais atingindo 10^8 NMP/100g, concentrações de *P. aeruginosa* alcançaram a ordem de 10^7 NMP/100g. Das 171 amostras de areia analisadas 18,7% foram positivas para *C. albicans* e 12,9% positivas para ovos de helmintos. Os autores verificaram ausência de *Salmonella* sp, *M. furfur*, dermatófitos e cistos de protozoários. O estudo apontou a necessidade de melhor caracterização das áreas de banho mediante realização de análises parasitológicas e microbiológicas e ainda a tomada de medidas efetivas para minimizar a poluição fecal destas áreas.

Segundo CETESB (1992), no município de Santos foi realizado estudo nas praias de José Menino I, José Menino II, Gonzaga, Boqueirão, Embaré, Aparecida e Ponta da Praia, no período de 22 a 29/09/1992 a fim de avaliar a qualidade sanitária das águas e areias da região. Na época do estudo, o indicador utilizado, de acordo com a Resolução CONAMA nº 20/86, era o coliforme fecal, cujo limite era de 1000 NMP/100 mL. Assim, além deste indicador foram pesquisados também, nas amostras de água, estreptococos fecais e *Salmonella* sp e nas amostras de areia, além dos parâmetros citados, foram também pesquisadas a presença de ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários. Os resultados obtidos para as amostras de água apontaram que a praia do Gonzaga apresentou densidades de coliformes fecais superiores ao limite máximo determinado pela legislação vigente. Com relação às demais praias, José Menino I e II, Boqueirão e Aparecida seriam enquadradas como “Excelentes”; Embaré como “Muito Boa” e Ponta da Praia como “Satisfatória” segundo a referida Resolução. Os resultados de estreptococos fecais obtidos nas praias de Embaré e Aparecida evidenciaram sua maior resistência ao ambiente, quando comparados aos coliformes fecais. Não foi constatada

ocorrência de *Salmonella* sp nas amostras de água analisadas. Nas amostras de areia, verificaram-se altas densidades de microrganismos indicadores de poluição fecal, sendo que a densidade de estreptococos fecais e coliformes fecais foi maior na área úmida. Uma amostra apontou presença de *Salmonella* sp nas areias da praia de Embaré. Não foi detectada a presença de ovos e larvas de helmintos ou de cistos de protozoários. Comparando-se os resultados das amostras de água e areia, observou-se que as concentrações de estreptococos fecais foram superiores nas amostras de areia do que nas de água, o que demonstra a elevada resistência dessa bactéria no solo. Concluiu-se com o estudo que a poluição das águas do mar é oriunda da presença de esgotos domésticos, sendo que a fisiografia da região favorece a concentração de poluentes.

Água, areia úmida e areia seca de 16 praias do estado de São Paulo, sendo cinco no Litoral Norte e 11 na Baixada Santista, foram monitoradas na primavera de 1997 e no verão de 1998, totalizando 288 amostras. Foram pesquisadas bactérias indicadoras de contaminação fecal na água e na areia. A presença de parasitas e *C. albicans* foi pesquisada nas amostras de areia e bacteriófagos F específicos na água. Os resultados mostraram concentrações elevadas de coliformes termotolerantes e estreptococos fecais na areia seca durante o verão. Houve correlação entre os indicadores fecais na areia úmida e na água e uma correlação significativa entre a densidade de coliformes termotolerantes e estreptococos fecais nas areias seca e úmida. Cistos e ovos de parasitas foram detectados em 4,2% das amostras e *C. albicans* foi isolada em 18% das amostras. Níveis mais elevados de bactérias indicadoras fecais foram observados na areia seca durante o verão, o que se configura-se como fator de risco à saúde dos usuários dessas áreas e sugerem a necessidade de alguns critérios para controle microbiológico, como campanhas de educação e ações gerenciais (SATO et al., 2005).

Para analisar o perfil parasitário das areias das praias do município de Santos /SP foram analisadas 2520 amostras da área que se inicia no calçadão até a alta maré. As coletas foram realizadas com freqüência mensal, no período de maio/2004 a abril/2005. Os resultados revelaram que 18,2% (458) das amostras apresentaram contaminação por parasitas, enfatizando que 5,9% (148) delas faziam parte das áreas de lazer infantil. Os parasitas encontrados foram: larvas de ancilostomídeos (82,5%), ovos de ancilostomídeos (37,1%), ovos de *Toxocara* sp (59,4%), oocistos de coccídeos (13,5%), cistos de protozoários (10,0%) e ovos de *Ascaris lumbricoides* (10,0%). Foi observada presença de dejetos animais e humanos e ambiente favorável à evolução de parasitas, assim como para a sua transmissão. A autora recomendou avaliação das areias e programa de educação ambiental, proporcionando conscientização dos freqüentadores (ROCHA, 2007).

OLIVEIRA & PINHATA (2008), com o objetivo de pesquisar espécies de enterococos e a resistência destes aos antimicrobianos, coletaram amostras de água e areia úmida e seca das praias de Gonzaguinha e Ilha Porchat em São Vicente/SP, durante o verão de 2006. A praia de Ilha Porchat apresentou concentrações de enterococos elevadas nas amostras de água, areia úmida e seca. Na praia de Gonzaguinha, 80% das amostras de areia apresentaram altas densidades de enterococos quando comparadas com a água. Foram confirmadas 588 colônias de *Enterococcus* sp. Nas amostras de água de Gonzaguinha e de Ilha Porchat a espécie dominante foi *E. faecalis* e nas areias, em Gonzaguinha foi *E. faecium* e em Ilha Porchat foi *E. faecalis*. Das 380 amostras testadas para resistência a antimicrobianos, 160 (51,6%) apresentaram resistência aos antimicrobianos testados, sendo que a maioria das colônias resistentes foi detectada na água e nas areias de Gonzaguinha. Os autores concluíram que praias que apresentam altos índices de

contaminação fecal, principalmente de origem humana, podem contribuir para a disseminação de bactérias resistentes a antimicrobianos.

Em 2009 a CETESB realizou um estudo em oito praias do Estado de São Paulo, sendo quatro praias no Litoral Norte e quatro na Baixada Santista, em meses de verão e inverno. Foram pesquisados coliformes termotolerantes, *E. coli*, enterococos, *S. aureus* e *P. aeruginosa* em amostras de água, areia úmida e areia seca, além de *C. albicans* e ovos de helmintos nas amostras de areias úmida e seca. Verificaram-se níveis elevados de contaminação microbiológica nas areias das praias, sendo maiores nos meses de verão. A maior contaminação foi observada na areia seca, seguida pela areia úmida e menor contaminação na água (CETESB, 2010).

No Estado do Rio de Janeiro, cita-se, entre outros os estudos de GOULART et al. (1986), COSTA e SILVA & PASTURA (2000), MAIER et al. (2003), BOUKAI (2005), ALERJ (2006a) e ALERJ (2006b).

Conforme GOULART et al. (1986), em estudo realizado no município de Rio de Janeiro com objetivo de isolar fungos patogênicos, foram coletadas 500 amostras de solo dos 100 bairros mais populosos e 100 amostras de areia das 15 praias mais freqüentadas. Foram obtidos 352 isolamentos fúngicos, sendo 313 do solo e 39 da areia das praias, isolando-se 102 dermatófitos das amostras de solo e nenhum das amostras das areias de praia. Segundo os autores essa ausência pode ser devida a grande incidência de luz solar e à presença de salinidade.

COSTA e SILVA & PASTURA (2000) avaliaram as condições sanitárias das areias em 18 praias do município do Rio de Janeiro, sendo 12 praias oceânicas e 8 praias banhadas pela Baía de Guanabara, no período de setembro/1998 e

agosto/2000. Foram pesquisados coliformes totais, coliformes termotolerantes e ovos de helmintos em 149 amostras de areia. Destas, 83,9% apresentaram densidades de coliformes totais inferiores a 5000 NMP/100g, 78,5% apresentaram concentração de coliformes termotolerantes inferiores a 1000 NMP/100g e 2% das amostras foram positivas para ovos de helmintos. Neste trabalho foi feita uma comparação dos resultados obtidos nas areias com os padrões de balneabilidade para águas de recreação, mesmo sendo citado que esta é uma comparação rigorosa e que o contato com a água do mar é muito maior do que o contato com a areia.

No Estado do Rio de Janeiro, MAIER et al. (2003) avaliaram a qualidade das areias úmida e seca à profundidade de 5 a 15 cm nas praias Vermelha e Urca. Foram colhidas oito amostras de areia úmida e 12 de areia seca. Foram isolados os fungos *Candida* sp, *C. albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Histoplasma capsulatum*, e os dermatófitos *Microsporium* sp, *Trichophyton* sp e *Epidermophyton* sp, entre outros, e as bactérias *P. aeruginosa*, *Staphylococcus* sp, *Staphylococcus coagulase* (+), *Campylobacter jejuni*, além dos indicadores de contaminação fecal (coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos).

BOUKAI (2005) propôs a realização da revisão da Resolução SMAC nº 81/2000. Através da análise dos resultados físico-químicos e bacteriológicos obtidos com o monitoramento realizado pela SMAC no período de outubro/2001 a setembro/2002, o autor propôs indicadores sanitários e seus respectivos limites, assim como uma estratégia de gestão da qualidade sanitária das areias. Sugere que seja abolida a análise de coliformes totais, manter o limite de *E. coli*, acrescentar *Candida* sp com limite de 10 NMP/g além da ausência de *Ancylostoma* sp e *Toxocara* sp. Propôs também uma forma de amostragem em área mais ampla e somente na faixa central da areia.

De acordo com ALERJ (2006a), foram examinadas 30 amostras de areia próximas de “línguas negras” coletadas de quatro pontos da praia de Copacabana no Rio de Janeiro, em abril/2003 e março/2004. O autor relatou que 30% das amostras estavam contaminadas com *Enterobius vermicularis*, 20% *Ascaris Lumbricoides*, 16% *Giardia lamblia*, 16% *Entamoeba histolytica*, 10% *Strongyloides stercoralis*, 5% *Necator americanus*, 5% *Balantidium coli*, 5% *Trichuris trichiura*. Em 29/08/2006, realizou-se avaliação da orla interna da Baía de Guanabara e então foram coletadas amostras de areia da Praia Vermelha, Praia da Urca, Praia do Flamengo e Praia de Botafogo, sendo uma amostra ao longo do calçadão e outra amostra ao longo da linha de maré, totalizando-se oito amostras. Foram realizadas análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes, ovohelmintosopia, protozoosopia e contagem de fungos. Observou-se que a concentração de coliformes totais variou de 780 a ≥ 24.000 NMP/50g em todas as amostras e de coliformes termotolerantes variou de 90 a ≥ 24.000 NMP/50g nas duas amostras da Praia Vermelha, ao longo do calçadão da Praia da Urca, e nas duas amostras da Praia de Botafogo. Não foram observados cistos de protozoários. Ovos de *Toxocara canis* foram encontrados na amostra coletada ao longo do calçadão da Praia da Urca e os fungos variaram de 10^5 a 10^6 UFC/50g em todas as amostras.

Conforme ALERJ (2006b), em 21/09/2006 foi realizada avaliação da água e da areia das Praias de São Conrado e Barra da Tijuca. Para isso, foram coletadas amostras da Praia do Hotel Nacional, Praia do Pepino, Praia do Pepê e Praia do Quebra-mar, sendo uma amostra de água (exceto Hotel Nacional), uma amostra de areia ao longo do calçadão e outra amostra de areia próxima à escada do calçadão, totalizando três amostras de água e oito amostras de areia. Foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos nas amostras de água e nas amostras de areia foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes

termotolerantes, ovohelmintoscopia, protozooscopia e contagem de fungos. Nas amostras de areia foram observados coliformes totais variando de 180 a 22.000 NMP/50g e coliformes termotolerantes variando de 30 a 3.000 NMP/50g em todas as praias. Não foram observados cistos de protozoários. Larvas de helmintos foram encontradas nas amostras coletadas das praias do Pepê e do Quebra-mar e os fungos variaram de 10^2 a 10^6 UFC/50g em todas as amostras. De acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000, as amostras de água estavam próprias para recreação de contato primário e de acordo com a Resolução SMAC nº 81/2000, as amostras de areia das praias do Pepê e Quebra-mar não eram recomendadas para contato direto. As análises da areia dessas praias indicam que em muitos trechos, principalmente naqueles longe da linha d'água e próximos das calçadas, as areias estão contaminadas e apresentam riscos de doenças para a recreação de contato primário, sendo este risco potencializado pela presença de fungos e leveduras em todas as amostras.

São citados os estudos de VIEIRA et al. (2001), RIBEIRO et al. (2002), LOUREIRO et al. (2005) e ANDRAUS (2006) que avaliaram a qualidade microbiológica das águas e areias em outros estados brasileiros.

No período de maio/99 a janeiro/00, VIEIRA et al. (2001) pesquisaram a contaminação microbiológica em 30 amostras de areia seca e 30 de areia úmida das praias de Mucuripe, Futuro e Caça e Pesca em Fortaleza/CE. Os microrganismos de interesse foram *Salmonella* sp, coliformes totais, coliformes termotolerantes, *E. coli*, *Vibrio parahaemolyticus* e leveduras. *E. coli* esteve presente em todas as amostras de areia úmida e seca, *Salmonella* sp nas amostras de areia úmida e areia seca da Praia do Futuro, *Vibrio parahaemolyticus* nas amostras de areia úmida e areia seca da Praia de Mucuripe e na areia seca da Praia de Caça e Pesca. *C. albicans* só não esteve

presente na areia úmida da Praia do Futuro. A maior contaminação por *E. coli* foi na areia seca da Praia de Caça e Pesca, seguida pelas praias de Mucuripe e Futuro; na areia úmida a maior contaminação ocorreu na Praia de Caça e Pesca e a contaminação por leveduras foi maior na Praia do Futuro.

RIBEIRO et al. (2002) analisaram, durante o ano de 2001, amostras de água, areia úmida e areia seca da Praia de Camburi em Vitória/ES. Foram pesquisados coliformes termotolerantes, *E. coli*, enterococos e *Candida* sp. Foi observada alta densidade dos indicadores de contaminação fecal na água e nas areias em algumas ocasiões. *Candida* sp foi detectada em todas as amostras de areia com densidades que variaram de 10^1 a 10^2 UFC/100g. Para as amostras de água as estações do ano não foram fatores significativos, porém para as areias as estações apresentaram significância. Sugeriu-se o uso de *Candida* sp como um indicador adicional para o monitoramento da qualidade das areias.

Com o objetivo de isolar e identificar leveduras das praias de Bairro Novo e Casa Caiada em Olinda/PE, LOUREIRO et al. (2005) analisaram 32 amostras de água e 32 amostras de areia úmida durante os meses de dezembro de 2000 e fevereiro, junho e julho de 2001. Foram obtidas 292 leveduras que pertenciam a quatro gêneros e 31 espécies, sendo que *Candida* sp foi o gênero predominante com 19 espécies. *C. albicans* foi isolada em apenas uma amostra da Praia de Casa Caiada durante a estação seca; porém número de leveduras foi maior nos meses de chuva. A Praia de Casa Caiada, urbana e mais poluída, apresentou o maior número de gêneros isolados.

As praias de Guaratuba, Matinhos e Caiobá, no estado do Paraná, foram avaliadas mensalmente de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. Nestas foram pesquisados indicadores de contaminação fecal como coliformes totais, *E. coli* e

enterococos. Concluiu-se que as águas e areias são mais comprometidas no verão. A areia seca é mais contaminada que a areia úmida e esta contaminação não ocorre pela água do mar. O parâmetro enterococos foi o mais restritivo tanto para água quanto para areia. Recomenda-se o revolvimento mecânico da areia seca e um levantamento epidemiológico dos banhistas, assim como um programa de educação ambiental (ANDRAUS, 2006).

Entre os estudos de avaliação da qualidade microbiológicas de águas e areias de praias realizados em outros países, cita-se: AULICINO et al. (1985), CODINACHS et al. (1988), MERCANTINI et al. (1989), MENDES et al. (1993), MENDES et al. (1997), MENDES et al. (1998), GHINSBERG et al. (1994), PAPADAKIS et al. (1997), ABAE (2001), ABAE (2002), ABAE (2007), ABAE (2008), ALM et al. (2003), WHITMAN et al. (2003), DESHMUK (2004), ABDALLAH et al. (2005), VANTARAKIS et al. (2005), U.S. EPA (2005) e VOGEL et al. (2007).

AULICINO et al. (1985) pesquisaram a presença dos indicadores de poluição fecal (coliformes totais, coliformes termotolerantes e estreptococos fecais) na água e na areia úmida de três praias da costa de Tyrrenian, na Itália, sendo que uma praia era livre de poluição e duas praias tinham influência de efluentes domésticos e industriais. Nas amostras de água as maiores concentrações foram encontradas em uma das praias próximas à influência dos efluentes e na areia úmida as maiores densidades foram observadas nas duas praias com influência de efluentes, sendo que as concentrações encontradas na areia úmida foram de 1 a 30 vezes maiores que na água.

Em areias de praias de Barcelona, CODINACHS et al. (1988) pesquisaram bactérias mesófilas aeróbias, coliformes totais, coliformes termotolerantes, dermatófitos e *C. albicans* no período de janeiro/1982 a dezembro/1984. Foram

analisadas 418 amostras, com frequência semanal e/ou quinzenal. Neste trabalho foram observados resultados de coliformes termotolerantes maiores que 1000 UFC/100 mL em 13% das amostras coletadas no ano de 1982 e em 5% das amostras coletadas no ano de 1984. Não foram encontrados dermatófitos e *C. albicans*.

Em um estudo realizado na Antártica de 1986 a 1987, 10 amostras de solo foram coletadas de diferentes locais e analisadas por 2 técnicas: isolamento direto em Ágar Mycosel e Técnica da Isca de Cabelo. *M. gypseum* foi isolado de dois locais e *T. terrestre* de um único local, nenhum fungo foi isolado de um local que ficava a 40 Km do alojamento e tinha ausência de animais. A presença de *M. gypseum* conduz à afirmação que a associação entre mamíferos, aves e materiais com queratina funcionam como um fator ecológico na ocorrência desses fungos na Antártica. O aumento da presença humana pelas atividades científicas e exploratórias pode favorecer em algumas partes e em certas zonas costeiras, a presença de algumas espécies de fungos (MERCANTINI et al., 1989).

Conforme MENDES et al. (1993), a partir de dados da qualidade microbiológica da areia de praias de Portugal (em três áreas principais da Costa Norte, Centro e Sul) e baseando-se em alguns resultados, assim como dados disponíveis na literatura e informações epidemiológicas, foi apresentada uma orientação preliminar para controle microbiológico de areia, para completar os critérios usados na Bandeira Azul. Para isso, amostras de areia foram coletadas em três diferentes situações: 1- área não inundada em condição de maré alta, 2- área intermediária entre a referida em 1, 3- área inundada em condições de maré alta. Os parâmetros microbiológicos analisados foram coliformes totais, coliformes termotolerantes, estreptococos totais, estreptococos fecais, *Clostridium perfringens* e *Pseudomonas aeruginosa*. Assim, considerando-se os

resultados obtidos foram propostos os seguintes parâmetros, valores imperativos, freqüência de amostragem e métodos de análises, conforme Quadro 6:

Quadro 6 - Parâmetros, valores imperativos, freqüência de amostragem e métodos de análise propostos por MENDES et al. (1993).

Parâmetros	Valores imperativos/g	Freqüência de amostragem	Métodos de análise
Coliformes totais	10000	bi mensal	Fermentação pela Técnica de Tubos Múltiplos. Sub cultura dos tubos positivos em meio para confirmação. Determinação pelo Método do NMP ou Concentração pela Técnica da Membrana Filtrante e cultivo em meio de cultura apropriado. Sub cultura e identificação.
Coliformes fecais	1000	bi mensal	Método de Litsky ou determinação pelo Método do NMP ou Concentração pela Técnica de Membrana Filtrante e cultivo em meio de cultura apropriado.
Estreptococos fecais	100	bi mensal	Concentração pela Técnica de Membrana Filtrante. Cultivo em meio de cultura apropriado. Enriquecimento, isolamento e identificação de colônias suspeitas.
<i>Candida</i> sp	10	bi mensal	

Fonte: MENDES et al. (1993)

Durante os anos de 1994 e 1995, MENDES et al. (1997), pesquisaram coliformes totais, coliformes termotolerantes, enterococos, *P. aeruginosa*, *Clostridium* sp, leveduras, fungos potencialmente patogênicos e alergênicos, fungos saprófitas e fungos queratinolíticos em areias de praias de São Miguel, Terceira e Faial em Açores, Portugal. De maneira geral, a densidade das bactérias aumentou em 1995. Os fungos potencialmente patogênicos e alergênicos foram predominantes. As concentrações dos fungos potencialmente patogênicos estiveram entre 10 e 59 UFC/g e dos fungos alergênicos e

saprófitas estiveram entre 10 e 69 UFC/g. A presença de fungos queratinolíticos apresentou densidades menores (<10 UFC/g) e foram encontrados somente em uma praia avaliada. *Candida* sp apresentou concentrações de 10 UFC/g em duas praias.

No período de maio a outubro de 1994, MENDES et al (1998), pesquisaram a presença de fungos em areia úmida e seca de 12 praias de Lisboa e Vale do Tejo em Portugal. Fungos queratinolíticos foram detectados frequentemente com concentrações menores que 2 UFC/g em todas as amostras. *Candida* sp foi detectada com concentrações inferiores a 10 UFC/g em todas as amostras analisadas. Segundo os autores, os dados mostraram qualidade micológica satisfatória das areias dessas praias. A presença de fungos queratinolíticos pode estar associada a areias de praias poluídas. Os resultados indicaram que a presença e os níveis de fungos podem ser relacionados com contaminação direta e indireta originada por resíduos e/ou detritos deixados por banhistas ou trazidos pela maré.

GHINSBERG et al. (1994) monitoraram água e areia em praias de Tel Aviv em Israel no período de 1989 a 1991. Pesquisaram nestas matrizes coliformes termotolerantes, *E. coli*, estreptococos fecais, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *C. albicans* e outros fungos. Os microrganismos mais freqüentemente isolados na areia foram *E. coli*, *P. aeruginosa* e *C. albicans*. Os resultados mostraram uma longa sobrevivência de *P. aeruginosa*, *S. aureus* e *C. albicans* na areia em comparação com a água. A presença desses microrganismos na areia em densidade maior que na água sugere que doenças podem ser contraídas por pessoas que não têm contato com a água. Altos níveis de bactérias indicadoras de poluição fecal foram associados a descargas de esgotos, cenário que mudou após obras de saneamento no local ao longo do monitoramento.

Na Grécia, PAPADAKIS et al. (1997) estudaram a presença de microrganismos como coliformes totais, coliformes termotolerantes, enterococos, *S. aureus*, bolores e leveduras durante três anos de estudo, totalizando 42 amostras de água e 42 de areia úmida, coletadas no verão e no inverno. O objetivo do estudo era o de correlacionar a presença desses organismos na água e na areia úmida com a frequência de banhistas em duas praias, sendo uma mais popular que a outra. As amostras de água e areia úmida das duas praias estudadas tiveram baixos níveis de indicadores de poluição fecal. Espécies de origem humana de leveduras estiveram presentes na água e na areia úmida dos dois locais. *S. aureus* foi isolado da água e da areia duas vezes no inverno, e no verão foi mais freqüente nas amostras de areia do que na água nas duas praias. No verão mais leveduras de origem humana estavam presentes nas amostras de areia. Não houve diferença na presença de indicadores fecais nas estações. Uma correlação significativa ocorreu entre o número de banhistas na praia e a densidade de *S. aureus* nas amostras de água, sendo a correlação mais forte na praia mais popular e nas amostras de areia houve correlação na mesma praia. Leveduras de origem humana na água e na areia da praia mais popular foram correlacionadas com o número de banhistas.

Em 2001, em Portugal, no âmbito da campanha “Areia Limpa, Praia Saudável” promovida pela ABAE, realizou-se um estudo que teve como objetivo selecionar os indicadores de qualidade que melhor caracterizam a contaminação microbiológica das areias das praias, propor os respectivos valores de referência e os métodos de análise mais adequados para a determinação dos indicadores selecionados (ABAE, 2001).

Assim, quatro relatórios apresentando a qualidade das areias das praias em Portugal foram divulgados em 2001, 2002, 2007 e 2008.

No Relatório Intercalar de 2001, o objetivo do trabalho foi identificar os melhores indicadores para avaliar a qualidade das areias, assim como determinar os níveis desses indicadores em praias com baixa intervenção humana (selvagens), em zonas balneares de boa qualidade (Bandeira Azul) e praias de má qualidade (com presença de lixo e água poluída). Para isso foi realizada a avaliação da qualidade microbiológica das areias em cinco regiões do país (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve). Foram selecionadas 15 praias, três por região, para determinar os níveis dos indicadores escolhidos no seu valor máximo, médio e mínimo, sendo seis campanhas de amostragem anual, de abril/2001 a abril/2002, bimensais, totalizando 210 amostras de areia (105 de areia seca e 105 de areia úmida) e 105 amostras de água do mar (ABAE, 2001).

No Relatório Final de 2002, acrescentou-se aos objetivos o desenvolvimento de critérios científicos de características da qualidade das areias das praias, procurando identificar indicadores e métodos de aferição da qualidade das areias de fácil leitura pelos usuários das praias, e proporcionar à administração pública as ferramentas necessárias para a sua aplicação prática. Ao final do monitoramento e de acordo com os resultados encontrados nas amostras de areia e juntamente com alguns testes estatísticos foram determinados os valores limites para os parâmetros micológicos e bacteriológicos (ABAE, 2002).

Segundo ABAE (2002), a partir do estabelecimento dos valores limites citados (Quadro 5), foram feitas as seguintes propostas para a avaliação da qualidade das praias:

-Boa: quando todos os valores dos indicadores estiverem abaixo dos valores mínimos definidos em duas das três épocas propostas para o monitoramento das areias.

-Aceitável: quando pelo menos um dos valores dos indicadores estiver entre o limite mínimo e máximo proposto.

-Má: sempre que um dos valores estiver acima dos valores máximos propostos para um dos indicadores.

Em 2007, o objetivo era validar a metodologia desenvolvida em estudos anteriores e ampliar a sua aplicação no território insular. Para isso foram estudadas 73 praias, sendo realizadas três coletas em cada praia. A primeira coleta foi realizada antes da época balnear (fim de maio, início de junho), a segunda foi colhida no mês de julho e a terceira durante o mês de agosto (ABAE, 2007). Foi feita uma revisão de congruência dos VMR micológicos com os VMR dos parâmetros bacteriológicos, representado pelos Novos Valores Máximos Recomendados (NVMR) (ABAE, 2008).

Para a obtenção de uma caracterização geral da qualidade microbiológica das areias das praias litorais de Portugal Continental e Açores, durante a época balnear de 2008, foram estudadas 96 praias com três coletas em cada praia, sendo efetuadas em maio, julho e agosto, respectivamente (ABAE, 2008). Neste estudo foram considerados, nos parâmetros micológicos, fungos com forte associação ao homem e animais homeotérmicos e potencialmente patogênicos distribuídos em três parâmetros (fungos leveduriformes, fungos filamentosos potencialmente patogênicos e alergênicos e dermatófitos e nos parâmetros bacteriológicos foram considerados bactérias coliformes, *Escherichia coli* e enterococos intestinais.

Após a finalização dos referidos estudos foi possível concluir que a água do mar parece ser um fator de grande influência na qualidade microbiológica da areia úmida; ocorre maior incidência de microrganismos na areia seca, o que sugere

que os usuários e outras fontes de contaminação provenientes da terra influenciam na qualidade microbiológica nesta zona e quanto aos indicadores higiênico-sanitários, sua densidade é maior na areia seca que na areia úmida, na época de verão, o que traduz a influência humana na qualidade microbiológica da areia seca; há necessidade de aumentar a abrangência do projeto para a totalidade do território nacional e tornar possível a importância do critério para qualidade microbiológica de areia de praia, para o qual fosse obrigatória a realização de três campanhas de amostragem anuais: antes, durante e depois da época balnear (ABAE, 2008).

ALM et al. (2003) estudaram seis praias em St. Clair County em Michigan durante o período de julho a setembro de 2001. Foram pesquisados os indicadores *E. coli* e enterococos na água e na areia úmida. A densidade dessas bactérias foi mais abundante na areia do que na água.

WHITMAN et al. (2003) realizaram um estudo para caracterizar a fonte e o destino de *E. coli* em água e areia da praia 63° Street Beach, em Chicago, no período de abril a setembro/2000. As amostras de água, coletadas em duas profundidades, e as amostras de areia, foram coletadas diariamente, totalizando 1747 amostras de água e 858 amostras de areia; condições hidrometeorológicas e a distribuição de aves e banhistas também foram avaliadas. Os resultados apontaram que 27% das amostras de água excederam ao nível de 235 UFC/100 mL recomendado pela U.S. EPA para água de recreação, sendo a densidade maior na água coletada mais próxima a superfície, porém densidades de *E. coli* foram maiores na areia seca do que na água. Segundo os autores, aves contribuíram com a presença de *E. coli* na areia. Esta pesquisa evidenciou que as areias desempenham um importante papel na qualidade microbiológica da água e pode manter alta densidade de

bactérias indicadoras por algum tempo, independentemente de fontes ambientais, humana ou animal.

DESHMUK (2004) analisou 125 amostras de solo de 20 salinas de Mumbai e Thane, na Índia, de 2000 a 2001, com o objetivo de verificar a ocorrência de fungos queratinofílicos e dermatófitos através da Técnica da Isca de Cabelo usando como fonte de queratina crinas de cavalo. Foram observados seis gêneros e seis espécies, entre elas os dermatófitos *M. gypseum* (7,2%), *T. terrestre* (3,2%) e *T. mentagrophytes* (0,8%). Segundo BOHME & ZIEGLER (1969); CHMET et al. (1962) apud DESHMUK (2004), *M. gypseum* tem sido isolado em solos de áreas costeiras pelo pH favorável, disponibilidade de nutrientes e condições climáticas. O isolamento de fungos queratinofílicos de ambientes costeiros sugere que estes podem sobreviver e adaptar-se às condições destes locais. Alguns estudos, como os de PADHYE et al. (1967); DESHMUKH & AGRAWAL (1983), KUSHWAHA (1988), LARRONDO & CALVO (1989) e ULFIG et al. (1995) apud DESHMUK (2004), investigaram os efeitos da salinidade no crescimento e sobrevivência dos fungos e apontaram que os fungos queratinofílicos toleram certa salinidade.

ABDALLAH et al. (2005) monitoraram a qualidade microbiológica da água e da areia úmida de praias, quinzenalmente pelo período de um ano (2002 a 2003) em cinco locais altamente poluídos por esgotos ao longo de Gaza, na Palestina. Foram pesquisados coliformes termotolerantes, estreptococos fecais, *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *Vibrio* sp, *Pseudomonas* sp, leveduras e bolores. Grande contaminação fecal foi verificada na areia em quase todas as localidades. A frequência de *Salmonella* sp e *Vibrio* sp também foi maior nas amostras de areia. Observaram correlação significativa entre coliformes termotolerantes e estreptococos em um local e para *Salmonella* sp e *Vibrio* sp

em outro local. Correlação semelhante também foi detectada entre *Pseudomonas* sp e *Salmonella* sp nas amostras de areia.

De acordo com VANTARAKIS et al. (2005), 234 amostras de água foram coletadas de nove locais de banho em Achaia na Grécia, em maio e agosto de 2000. Os parâmetros analisados foram a presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes, estreptococos fecais, *E. coli*, colifagos somáticos, F-RNA bacteriófagos, bacteriófagos que infectam *Bacteroides fragilis*, enterovírus, adenovírus e vírus da hepatite A (HAV). A maioria dos resultados das análises bacteriológicas esteve de acordo com os padrões estabelecidos pela União Européia. Bacteriófagos foram detectados ocasionalmente em todos os locais. Enterovírus e adenovírus foram detectados em 10,3% e 15,8% das amostras, respectivamente. Nenhuma amostra foi positiva para HAV. Os dados indicaram que os locais de banho pesquisados estão impactados por material fecal humano. Os autores enfatizaram que medidas administrativas eficazes devem ser tomadas para melhorar a qualidade da água e reduzir os riscos à saúde pública.

Em agosto de 2005, a U.S. EPA publicou os “Resultados do estudo do monitoramento em águas recreacionais”, conhecido como Projeto “EMPACT Beaches” (Monitoramento Ambiental para Acesso Público e Comunitário). Fizeram parte deste projeto cinco praias, sendo duas oceânicas, uma estuarina, uma nos Grandes Lagos e uma fluvial. O objetivo do estudo foi o de determinar fatores que mais influenciam a medição da qualidade da água de praias. O grande fator determinante do nível do microrganismo indicador de contaminação fecal foi a profundidade ou a distância da linha da costa porque a densidade de microrganismos se torna mais baixa a medida que desloca-se em direção ao oceano. Os estudos indicaram que há significativos declínios na concentração do indicador de contaminação ocorridos do período da manhã

para o período da tarde (entre 9 e 14 horas) em três das cinco praias avaliadas. Outro aspecto observado foi que os estágios de maré têm forte associação com a contaminação microbiana e são importantes determinantes na concentração de enterococos na área de natação. A velocidade e direção do vento também influenciam a contaminação microbiana e a ocorrência de chuva teve efeito sobre a qualidade da água em todos os casos. Verificou-se que elevadas temperaturas do ar e da água podem resultar em aumento da contaminação microbiana. Em relação à influência da densidade de banhistas na contaminação microbiana, não houve consenso entre os três estudos discutidos no trabalho citado. Assim, análises espaciais, temporais e ambientais podem apontar fatores que influenciam a qualidade das águas para recreação. Um padrão para planejamento de amostragem sistemática foi estabelecido pela EPA no “Guidance for the Data Quality Objectives Process” (U.S. EPA, 2005).

Estudo realizado por VOGEL et al. (2007) investigou a ocorrência de leveduras em areias de praias americanas tais como Hobie Beach, Fort Lauderdale e Hollywood Beach, no sul da Flórida, de agosto/2001 a julho/2002. Foram analisadas 102 amostras e destas foram identificadas, por métodos moleculares, 21 espécies de leveduras. As mais freqüentes foram *Candida tropicalis* e *Rhodotorula mucilaginosa*. Grande diversidade de espécies e altas concentrações foram encontradas na areia seca, sendo que as maiores concentrações foram encontradas em Hobie Beach, que é a praia com maior número de usuários dentre as pesquisadas. *C. albicans* foi encontrada na areia seca. Os autores concluíram que altos níveis de leveduras podem trazer danos à saúde humana e que a presença de diversas espécies pode indicar riscos à saúde dos usuários de praias.

Estudos epidemiológicos foram realizados para verificar a associação da exposição de banhistas a águas recreacionais e poucos estudos foram

realizados para a verificação de riscos pelo contato com areias de praia. Entre eles estão: CORBETT et al. (1993), LAMPARELLI et al. (2003), WADE et al. (2006), BONILLA et al. (2007) e U.S. EPA (2009).

CORBETT et al. (1993) avaliaram os possíveis efeitos à saúde em nadadores de praias em Sydney (Austrália). Fizeram parte deste estudo 12 praias pelo período de aproximadamente dois meses, que contou com 2839 respostas de frequentadores após 10 dias de contato com a água do mar. Destas, 24% apresentaram sintomas respiratórios, gastroenterites, infecção nos olhos e nos ouvidos e dentre os sintomas, 63,7% foram respiratórios. Verificaram que a incidência de sintomas aumentou de acordo com os níveis de poluição encontrados nas praias avaliadas e que os frequentadores que entraram em contato com a água apresentaram mais sintomas do que aqueles que não nadaram. Outros estudos em águas doces e salgadas nos EUA, Canadá, Egito e Israel mostraram relação entre gastroenterites, sintomas respiratórios, infecção nos olhos, ouvidos e pele e a presença de poluição por esgotos em águas recreacionais.

De acordo com LAMPARELLI et al.(2003), no verão de 1999 a CETESB realizou um estudo epidemiológico tipo “coorte progressiva” para acompanhamento de um grupo de indivíduos após exposição a um fator de risco: águas recreacionais em cinco praias da Baixada Santista. O objetivo do estudo era avaliar a manifestação de sintomas gastrointestinais através exposição à água do mar. Para isto, foi preparado um questionário sobre o perfil do entrevistado e seu tipo de comportamento na praia, como tempo de permanência, natação, consumo de alimentos, etc. As variáveis analisadas foram cadastrais, sócio-econômicas, comportamento na praia, formas de contato com a água e a areia, sintomas manifestados e resultados da qualidade bacteriológica da água. Os banhistas que tiveram contato com outros tipos de

água foram descartados. Algumas variáveis de controle foram consideradas, visto que muitos são os fatores que podem determinar o aparecimento de sintomas gastrointestinais. Estas foram consumo de alimentos preparados na praia, consumo de frutos do mar, possível exposição ocupacional, nível de exposição à água. Durante cinco finais de semana, de 09/01 a 06/02/1999. 6343 famílias ou grupos foram entrevistados, somando-se 23235 indivíduos e destes, 16637 (72%) foram contatados posteriormente por telefone. Concomitantemente, foram colhidas amostras de água em três pontos de amostragem em cada praia para a determinação da concentração de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e enterococos. Com base nas respostas dos entrevistados, verificou-se que aproximadamente metade deles costumava se informar sobre a qualidade da água das praias e 7,8% entravam na água do mar mesmo quando esta estava imprópria para banho; 87,3% dos entrevistados haviam entrado ou pretendiam entrar no mar no dia da entrevista; 12,7% não tiveram contato com a água do mar, os quais foram considerados como grupo controle. As respostas evidenciaram que 50% consumiam alimentos preparados na praia e 35% consumiam frutos do mar. Os banhistas também declararam que permaneciam mais de quatro horas na praia. Quanto à manifestação de sintomas, 13% (2162) apresentaram pelo menos um dos sintomas pesquisados, dentre dor de estômago, diarreia, náusea, vômito, febre, coriza, dor de ouvido e conjuntivite; em 9% os sintomas foram vômito, febre ou diarreia, sendo que para 1% esses sintomas apareceram simultaneamente. As pessoas expostas à água apresentaram mais sintomas que as que não tomaram banho de mar. O risco de ocorrência de sintomas de doenças de veiculação hídrica foi significativo para o grupo exposto à água do mar. Com este estudo, foi possível concluir que a água da praia que apresentou maior número e incidência de sintomas foi a que apresentou pior qualidade sanitária; a incidência de sintomas gastrointestinais mostrou-se crescente quanto maior o grau de exposição do banhista à água do mar; as crianças com idade até 7 anos constituíram o grupo

mais suscetível à manifestação de sintomas, sendo os adultos o grupo mais resistente; o consumo de alimentos não afetou significativamente os riscos de ocorrência de sintomas gastrointestinais. Nas praias mais poluídas, somente o contato com a areia já constitui fator de risco para a manifestação de sintoma de diarreia; o risco de ocorrência de náusea e vômito também foi maior para os indivíduos que mantiveram contato direto com a areia, sendo que as razões de risco, embora inferiores aos da exposição à água, foram significativas. Nas duas primeiras semanas de janeiro os níveis de incidência de sintomas foram muito superiores ao restante do período, época esta em que as condições de balneabilidade são piores, de modo geral, em função do aumento da população no litoral com conseqüente aumento na geração de esgotos domiciliares e das chuvas. Dentre os indicadores de qualidade da água do mar, enterococos foi o que melhor se correlacionou com os indicadores de agravo à saúde.

De acordo com WADE et al. (2006), os métodos atualmente usados para determinar a qualidade das águas recreacionais exigem, no mínimo, 24 horas para a obtenção de resultados microbiológicos. Assim, métodos usados para determinar a qualidade da água em duas horas ou menos foram desenvolvidos. A aplicação desses métodos poderá fornecer informações mais precisas e avaliar mais oportunamente a qualidade da água para recreação. Para isto, foi realizado um estudo prospectivo com usuários de duas praias dos Grandes Lagos, nos EUA (Lago Michigan e Lago Erie), para examinar a associação entre a qualidade da água recreacional obtida através de métodos rápidos e a ocorrência de doenças gastrointestinais ocorridas após a natação e outras atividades na praia e 10-12 dias após os usuários foram questionados sobre a ocorrência de sintomas gastrointestinais. Nas amostras de água foram pesquisados enterococos e *Bacteroides* sp utilizando o método de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase). Observou-se tendência significativa entre a presença de enterococos e a manifestação de sintomas gastrointestinais na

praia do Lago Michigan. Para *Bacteroides* sp foi observada uma tendência positiva na praia do Lago Erie. Essa associação foi reforçada à medida que o tempo de natação aumentava.

BONILLA et al. (2007) estudaram a prevalência e distribuição de microrganismos indicadores de contaminação fecal (coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos) em areia de três praias do sul da Flórida e avaliaram os efeitos à saúde associados a duração da exposição a areia, através de estudo de Coorte Prospectivo, considerando as matrizes água, areia úmida e areia seca. Os níveis de indicadores fecais foram maiores na areia quando comparados com a água nas três praias, apontando que a exposição à areia pode representar riscos à saúde humana. As densidades mais altas de indicadores foram encontradas na areia seca. A análise de regressão logística mostrou que o tempo gasto na areia úmida e na água está associado com o aumento de doenças gastrointestinais e os resultados obtidos sugerem que, por conta da distribuição irregular de bactérias na areia e pela influência de características físico-químicas do ambiente, há sobrevivência e multiplicação de microrganismos em pequena escala. Resultados do estudo epidemiológico correlacionaram exposição à água e areia úmida com doenças gastrointestinais, evidenciando que a água é um importante fator de exposição à patógenos. A exposição à areia seca não produziu efeitos adversos à saúde.

A realização de estudos epidemiológicos mostra-se importante na verificação da associação entre a exposição a águas recreacionais em função da sua qualidade microbiológica e os efeitos à saúde. Nesse sentido, a U.S. EPA selecionou duas praias (Surfside Beach e Boquerón Beach) para estudos associados à saúde que se iniciaram no verão de 2009, com o objetivo de melhorar a segurança dos usuários das praias. A investigação faz parte do “EPA’s Beaches Program” que tem o objetivo de proteger a saúde de

nadadores devido à exposição a agentes patogênicos presentes nas águas recreacionais. Este estudo, juntamente com outros, permitirá construir uma forte base para o estabelecimento de critérios de qualidade para águas recreacionais. Serão desenvolvidas novas formas de medir a qualidade da água para o fornecimento de resultados mais rápidos para reduzir o risco de doenças. Os resultados destes testes serão utilizados pela U.S. EPA no desenvolvimento de novos ou revisão dos critérios de qualidade para a proteção recreacional em 2012. Para isso, aproximadamente 6000 voluntários em cada praia serão recrutados nos fins de semana de verão. Estes fornecerão informações sobre suas atividades na praia e estado de saúde. Além disso, a U.S. EPA acompanhará a qualidade da água da praia durante todos os dias do estudo (U.S. EPA, 2009).

2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE ÁGUAS RECREACIONAIS

Conforme (CETESB, 2007a), ambientes presentes em águas abertas pertencem à zona pelágica que é dividida em águas oceânicas e águas costeiras. As águas oceânicas encontram-se além da plataforma continental e são pobres em nutrientes. As águas costeiras incluem os corpos d'água desde a zona entremarés até os limites da plataforma continental (até 200 metros de profundidade e 50 a 200 Km da costa). Essas águas comportam a maioria dos organismos marinhos tanto em quantidade quanto em qualidade pela presença de nutrientes e é o local onde se situam as grandes áreas pesqueiras comerciais do mundo.

A zona costeira brasileira, de acordo com a Lei nº 7661/88, que instituiu o PNGC, é definida como sendo “*o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre*”. É uma área de influência em processos marinhos e terrestres, gerando ambientes de características específicas e de identidade própria. A zona costeira pode ter entendimento como unidade natural e também como unidade político-administrativa. O PNGC assume os limites político-administrativos para delimitar a zona costeira definida na faixa marítima, considerando todo o mar territorial, determinado pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar nas 12 milhas náuticas contadas da linha de base da costa e na faixa terrestre, considera todo o território dos municípios qualificados como costeiros segundo os critérios estabelecidos pelo mencionado plano (MMA, 2006a). Vale lembrar que o artigo 225 da Constituição Federal estabelece que a zona costeira, entre outros ambientes, é patrimônio nacional, e assim, deve ser assegurada sua preservação.

No ambiente costeiro entremarés estão situadas as praias, que são contíguas aos mares, oceanos, estuários e outros corpos d'água. São formadas de material inconsolidado mineral, como as areias com diferentes granulometrias e também podem conter silte, argila, cascalhos, seixos, conchas, restos de corais e de algas calcárias, entre outros. As praias vão da linha de costa, desde a baixa-mar média, até a zona de vegetação terrestre permanente sendo dividida em porções denominadas antepraia e pós-praia. São ambientes importantes ecologicamente pela riqueza biológica sendo que esta riqueza depende de suas características geomorfológicas e hidrodinâmicas. A riqueza do ambiente praias pode chegar a centenas de espécies pertencentes a vários grupos de organismos, sendo que os mais importantes em quantidade são os poliquetos, moluscos e crustáceos. Os organismos presentes nesse ambiente podem fazer parte da epifauna (aqueles que vivem sobre o substrato), da infauna (aqueles que vivem dentro do substrato) e da meiofauna (aqueles que vivem entre os grãos de tamanho reduzido). As proporções e predomínio de espécies dependem das características de cada praia. As praias de areia fina e lamosa apresentam maior complexidade e riqueza biológica que as de areia grossa e cascalho. O maior número de espécies está sempre associado à antepraia, faixa inferior da praia e franja infralitoral (CETESB, 2007a).

A orla marítima é uma unidade geográfica que faz parte da zona costeira, “*delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e o mar*”, tendo também uma faixa de contato e sobreposição desses dois meios variável conforme o mecanismo de maré. Assim, os limites genéricos estabelecidos para a orla são, na zona marinha, a isóbata de 10 metros, e na área terrestre, 50 metros em áreas urbanizadas ou 200 metros em áreas não urbanizadas (MMA, 2006a).

De acordo com OMS (WHO, 2003), águas recreacionais costeiras e doces são definidas como quaisquer áreas costeiras, estuarinas ou de águas doces onde

qualquer tipo de uso para recreação seja feito por um número significativo de usuários. Diversos são os tipos de uso e muitas vezes há conflitos entre as atividades. Os tipos de usuários podem ser o público em geral, crianças e bebês, hóspedes, turistas, competidores de natação, clientes de camping, usuários desportivos, dentre outros.

De acordo com CETESB (2006), *“águas recreacionais são águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc), no qual, a possibilidade do banhista ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada. O contato secundário refere-se àquele associado a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir quantidades de água é pequena, como na pesca e na navegação”*.

2.4.1. Monitoramento da qualidade das praias no Estado de São Paulo

Conforme CETESB (2009), o Setor de Águas Superficiais da CETESB é responsável pela avaliação da qualidade das águas litorâneas do Estado de São Paulo, monitorando as praias e os cursos d'água que deságuam nas mesmas por intermédio do Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas. Este programa está estruturado para atender às condicionantes da Resolução CONAMA nº 274/00, que define os critérios adotados para classificação das águas destinadas à recreação de contato primário.

Por meio desse Programa é avaliada, no Estado de São Paulo, a qualidade das águas em 136 praias com 155 pontos de amostragem (Quadro 7),

semanalmente, e, semestralmente, em, aproximadamente 600 cursos d'água afluentes a elas (CETESB, 2009).

Quadro 7 - Resumo da Rede de Monitoramento das Praias Paulistas realizado pela CETESB.

Município	Número Total de praias	Extensão de praias (km)	Extensão monitorada (km)	Pontos de Rede	Praias Monitoradas
Ubatuba	78	53	28	26	24
Caraguatatuba	20	29	28	15	13
Ilhabela	44	14	7,5	13	13
São Sebastião	42	33	33	29	27
Litoral Norte	184	129	96,5	83	77
Bertioga	7	36	30	9	4
Guarujá	20	19	13	11	7
Santos	6	6	5,5	7	6
São Vicente	5	6	3,5	5	5
Cubatão	0	0	0	1	1
Praia Grande	12	22	22	12	12
Mongaguá	6	13	12	6	6
Itanhaém	11	22	22	10	10
Peruíbe	18	39	16	6	3
Baixada Santista	85	163	124	67	54
Iguape	6	27	7,5	2	2
Ilha Comprida	7	64	7	3	3
Cananéia	13	45	0	0	0
Litoral Sul	26	136	14,5	5	5
Total	295	428	235	155	136

Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo - 2009

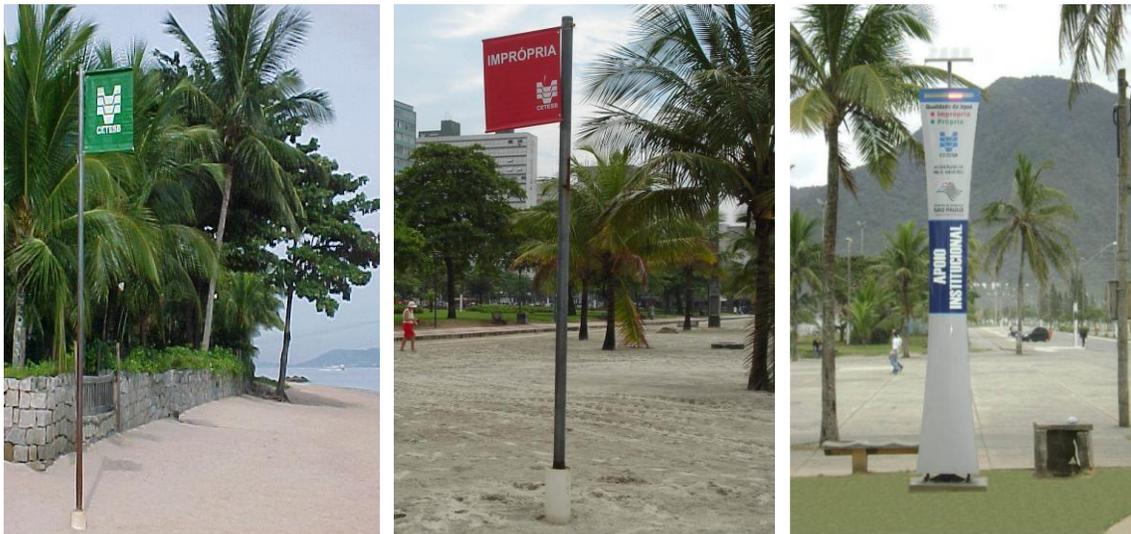
A CETESB define as praias a serem monitoradas e seus pontos de amostragem considerando os diversos fatores que influem na sua balneabilidade. Esses pontos são selecionados em função da frequência de banhistas, da fisiografia da praia e dos riscos de poluição que possam existir.

Desse modo, as praias que fazem parte da rede de monitoramento de balneabilidade possuem freqüência elevada de banhistas, além da ocorrência de adensamento urbano próximo que represente possível fonte de poluição fecal (CETESB, 2007c).

Conforme CETESB (2008), as coletas de água são realizadas todos os domingos do ano e durante a época de verão ocorre a intensificação da amostragem. A divulgação das condições de balneabilidade é feita por meio de um Boletim semanal emitido todas as quartas-feiras. Esse Boletim é enviado às prefeituras do litoral, órgãos de saúde e meio ambiente, serviços de turismo e imprensa em geral. Além disso, a CETESB possui atendimento telefônico gratuito que informa as condições das praias 24 horas. Também é possível obter essas informações acessando o site da Companhia, que também permite acesso aos Relatórios de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo.

As condições de balneabilidade de todos os pontos monitorados pela CETESB são divulgadas no respectivo local por meio de bandeiras ou totens (Figura 2) instalados, que indicam a qualidade da água para o banho. Essas bandeiras são colocadas em mastros fixados na areia, exatamente em frente ao local onde é colhida a amostra de água do mar para análise microbiológica. A bandeira de cor verde indica que a qualidade da água está adequada para o banho, sendo a praia classificada como Própria. A bandeira de cor vermelha é utilizada para praias Impróprias, indicando que o banho de mar deve ser evitado. Os totens indicam a qualidade das praias através de luzes nas cores verde e vermelha. A sinalização é mantida ou substituída após a emissão do boletim, de acordo com a nova classificação (CETESB, 2008).

Figura 2 - Bandeiras e totem de sinalização da qualidade das praias para fins recreacionais utilizados pela CETESB.



Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo - 2008

Segundo a CETESB (2007c), com o intuito de mostrar a tendência da qualidade das praias de modo mais global, a CETESB desenvolveu, com base nos dados obtidos do monitoramento semanal, uma Qualificação Anual que se constitui na síntese da distribuição das classificações obtidas pelas praias no período que corresponde às 52 semanas do ano. Baseada em critérios estatísticos, a Qualificação Anual expressa não apenas a qualidade mais recente apresentada pelas praias, mas a qualidade que a praia apresenta com mais constância ao longo do tempo. Os critérios para cada uma delas estão descritos no Quadro 8.

Quadro 8 - Especificações que determinam a Qualidade Anual para as praias com amostragem semanal, utilizadas pela CETESB.

ÓTIMA	Praias classificadas como EXCELENTE em 100% do tempo
BOA	Praias PRÓPRIAS em 100% do tempo, exceto quando classificadas como EXCELENTE
REGULAR	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em até 25% do tempo
RUIM	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS entre 25% e 50% do tempo
PÉSSIMA	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em mais de 50% do tempo

Fonte: CETESB, 2009

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho visa avaliar a qualidade sanitária de águas e areias de três praias da Baixada Santista no Estado de São Paulo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-determinar e quantificar coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, Enterococos, *Staphylococcus coagulase (+)*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e dermatófitos, em amostras de água e de areias das praias selecionadas;

-discutir a ocorrência e o significado sanitário da presença e concentrações desses microrganismos nas amostras examinadas;

-comparar as praias, as matrizes ambientais (água, areia úmida e areia seca) e os microrganismos, assim como verificar a diferença de contaminação entre as três matrizes e se há influência de chuvas na concentração dos microrganismos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com CETESB (1978), a Baixada Santista representa a união entre duas sub-regiões: *Litoral Norte* – área próxima das escarpas do Planalto Paulista correspondentes a Serra do Mar, em cuja orla litorânea estão as cidades de São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba, e a grande ilha de São Sebastião, onde se situa a Ilhabela, e o *Litoral Sul* – área distinta da anterior, sobretudo porque as escarpas se afastam do Atlântico e onde se abrem a Baixada de Itanhaém e a Baixada da Ribeira de Iguape, e no qual se situam cidades como Itanhaém, Iguape e Cananéia, e outras localizadas mais para o interior.

Nesse conjunto, a Baixada Santista, região predominantemente industrial, difere das outras subunidades pela presença de duas importantes ilhas – a de São Vicente e a de Santo Amaro, estreitamente ligadas ao continente. Difere ainda pela existência de manguezais, pelo adensamento demográfico e por sua evidente vocação urbana, de que são expressões mais fortes as cidades de Santos, São Vicente e de Cubatão, e também pela presença de cidades tipicamente balneárias, como o Guarujá. No município de Santos situa-se o maior porto exportador e importador do país, que de acordo com a ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ALESP, 2006), é o maior e mais moderno da América Latina e nele ocorrem 37% das operações de produtos manufaturados no país; e em Cubatão está uma das áreas industriais mais importantes do Estado. A pequena declividade da Ilha de São Vicente, conforme CETESB (1978), provocou o aparecimento de inúmeras

áreas ainda sujeitas a enchentes diárias, por conta das variações das marés, o que determinou a construção dos canais que cortam a cidade de Santos para mantê-la devidamente drenada.

Segundo caracterização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), 2004-2007, a Baixada Santista dispõe de um percentual razoável de seu território com cobertura vegetal nativa. O índice de vegetação nativa na Baixada Santista é de aproximadamente 69%, muito superior ao índice do Estado de São Paulo que é em média 14%. O percentual de cobertura na Baixada Santista é superado apenas pelo Litoral Norte com 80% de cobertura por vegetação nativa. Os municípios de Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente apresentavam, no ano de 1988, percentuais de cobertura vegetal nativa iguais ou superiores a 60%. De modo geral houve, entre os anos de 1988 e 1994, uma diminuição da cobertura vegetal natural, com exceção de Bertioga e Santos, onde foram verificados aumentos relativos, de 1,1% e 0,05%, respectivamente. As reduções de cobertura da vegetação natural nos demais municípios tiveram os seguintes valores: Cubatão - 0,16%, Guarujá - 1,81%, Itanhaém - 1,89%, Mongaguá - 2,07%, Peruíbe - 2,81%, e São Vicente - 1,27% (CBHBS;DAEE, 2007).

Segundo COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DA BAIXADA SANTISTA e DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (CBHBS;DAEE, 2007), o Estuário de Santos compreende a Baía de Santos, os rios – Piaçabuçu, Paranhos, Cubatão, Morrão, Perequê, Moji das Onças, Quilombo, Jurubatuba, Diana, Santo Amaro, Bertioga, Casqueiro, Santana, entre outros – e os canais – de Bertioga, Barreiros, Piaçaguera, Mar Pequeno – e ainda os largos – Pompeba, Candinho, São Vicente e Santa Rita. A forma e a extensão do estuário de Santos são constantemente alteradas por processos erosivos e

deposição de sedimentos oriundos da Serra do Mar, além dos efeitos relacionados às marés.

A Baixada Santista, conforme CBHBS;DAEE (2007), possui diversas áreas protegidas, algumas superpostas às outras, e que ocupam uma porção significativa do seu espaço físico. As mais importantes são: o Parque Estadual da Serra do Mar, o Parque Estadual Xixová-Japuí, a Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe, a Área de Proteção Ambiental Santos-Continentes, a Estação Ecológica Juréia-Itatins, a Área Tombada da Serra do Mar, bem como a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica caracterizada como um conjunto de diversas unidades de conservação. A região apresenta também grandes áreas com manguezais, pertencentes às áreas de preservação permanente e os principais remanescentes encontram-se nas margens e na foz dos rios que deságuam no estuário, bem como nas bordas da Ilha de São Vicente e margens continentais do Canal de São Vicente e do Canal do Mar Pequeno, do Largo da Pompeba e do Largo do Candinho, entre Guarujá e Bertioga. Os maiores sistemas de manguezais estão localizados no Complexo Estuarino de Santos/São Vicente, no Rio Itapanhaú e Canal de Bertioga e próximo ao Rio Itanhaém. Estes ecossistemas são degradados por atividades poluidoras industriais e a implantação de áreas urbanas, além de extensos aterramentos, responsáveis pela desestruturação da sua funcionalidade.

Com relação ao clima pode-se dizer que a quase totalidade da bacia hidrográfica da Baixada Santista encontra-se sob a classificação climática “Cfa” (clima principal: quente; precipitação: muito úmido, temperatura: verão quente). A temperatura varia em função da altitude: no litoral, a temperatura média anual é superior a 24°C e a média das mínimas em julho, ultrapassa 16°C (CBHBS;DAEE, 2007).

Segundo a ALESP (2006), a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) é uma das mais desenvolvidas do Estado e situa-se na parte central do litoral paulista. Ocupa apenas 1% do território do Estado, sendo formada por 9 municípios. Sua população estimada em 2004, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), era de aproximadamente 1,6 milhões de pessoas, o que significa a segunda maior densidade demográfica estadual, de 671,2 pessoas por Km², correspondendo a 4,1% do total do Estado. Santos, Guarujá, Praia Grande e São Vicente apresentam taxas superiores a 1500 hab/Km². Segundo dados de 2004, a pirâmide etária é parecida com a média estadual: maior proporção de jovens na base e aumento da proporção de idosos gerando topo mais largo. A maioria da população (99,6%) reside em áreas urbanas, o que a coloca como a região mais urbanizada do Estado. A RMBS tem sede no município de Santos, seu maior pólo, que concentra 26,6% da população regional e com São Vicente, Guarujá e Praia Grande obtinha 79% da população da região em 2004. Ocorreu redução no ritmo de expansão populacional, sendo que esse decréscimo foi observado nos nove municípios que compõem a região. Entre 2000 e 2004, Santos, Guarujá e São Vicente apresentaram as menores taxas de crescimento populacional em contraste com Bertioga que exibiu a maior taxa de crescimento do Estado (8,4% ao ano). É considerada a terceira economia mais importante do Estado, sendo baseada na indústria e nos serviços. Na indústria sobressaem as atividades de siderurgia e petróleo no município de Cubatão; nos serviços, destacam-se as atividades portuárias em Santos e o turismo em várias cidades da região. A participação da RMBS na economia do Estado é de 3,7%, segundo dados sobre o PIB dos municípios para 2003. É a região que possui os mais elevados indicadores de riqueza, no entanto, apresenta os piores índices de longevidade e encontra-se entre as quatro regiões com menor índice de escolaridade.

A região industrial de Santos e, principalmente de Cubatão, possui indústrias com alto e moderado potencial de poluição do ar, solo e águas (áreas sujeitas à contaminação por resíduos químicos), envolvendo locais de armazenagem de substâncias de alta periculosidade e as áreas contaminadas por resíduos químicos tóxicos gerados, em parte, devido a disposições inadequadas. As atividades poluidoras encontradas na região estuarina de Santos e São Vicente, onde estão localizados o complexo industrial de Cubatão e o Porto de Santos, constituem o exemplo mais importante de degradação ambiental provocada por poluição hídrica, do solo e atmosférica, em ambientes costeiros do país. A presença de diversas indústrias de base (siderurgia, petroquímica, fertilizantes) implantadas em meio a uma ampla rede de canais estuarinos e extensos manguezais, confinados entre o oceano e a Serra do Mar, contribui para agravar este quadro, assim como a disposição em locais inadequados de resíduos industriais e domésticos, além de frequentes acidentes com derramamentos de óleo e outras substâncias tóxicas nos corpos d'água. Com o desenvolvimento da região, desenvolvimento do Porto de Santos e do Pólo Industrial de Cubatão, o sistema estuarino de Santos começou a receber diversos efluentes, caracterizados pela presença de substâncias químicas e microrganismos patogênicos. Desta forma, a água do estuário ficou extremamente vulnerável às alterações de qualidade, ocasionando sérios problemas à sua produtividade, ao seu aspecto estético e à saúde das populações vizinhas (CBHBS;DAEE, 2007).

4.2. MUNICÍPIOS E PRAIAS

No Anexo 2 encontram-se os mapas dos municípios de São Vicente (Anexo 1), Santos (Anexo 2) e Guarujá (Anexo 3), destacando as praias monitoradas pelo

Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas da CETESB, incluindo as três praias avaliadas no presente estudo.

No Quadro 9 são apresentadas informações de população e saneamento, segundo relatório da Fundação SEADE (2008) para os municípios de São Vicente, Santos e Guarujá, assim como projeção de população flutuante oriundos da SEADE;SABESP (2004).

Quadro 9 - Informações de população e saneamento para os municípios de São Vicente, Santos e Guarujá, segundo SEADE e SABESP.

Dados de população e saneamento	São Vicente	Santos	Guarujá
Área territorial total (Km ²)	148,42	280,3	142,59
Projeção para a população em 2008 (hab.)	328.538	430.928	307.255
Estimativa de densidade demográfica (hab/Km ²)	2.213,57	1.537,38	2.154,81
Taxa geométrica de crescimento anual da pop. (2000 a 2008) (% aa)	1,01	0,38	1,9
Taxa de natalidade (por mil hab em 2007)	16,14	12,62	16,36
Atendimento de coleta de lixo ¹ até 2000 (%)	99,55	99,62	98,46
Abastecimento de água ² (%)	99,44	99,66	92,86
Domicílios atendidos por rede geral de esgotos sanitários (%)	66,72	94,42	72,07
Esgoto sanitário tratado em 2003 (%)	100	100	91
Lixo domiciliar/comercial destinado de forma recomendada (%)	100	100	100
Projeção para a população flutuante em 2007 (hab.)	52.506	79.697	183.248
Projeção para a população flutuante em 2008 (hab.)	52.213	80.352	185.565
Projeção para a população flutuante em 2009 (hab.)	51.922	81.011	187.911
Projeção para a população flutuante em 2010 (hab.)	51.632	81.676	190.287

1- na zona urbana até 2000

2- em domicílios particulares permanentes urbanos ligados à rede geral

Fonte: SEADE;SABESP, 2004 e SEADE, 2008

Segundo a homepage da PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO VICENTE (s.d.), as praias situadas no município são Prainha, Milionários, Gonzaguinha, Itararé e Itaquitanduva.

De acordo com a homepage da PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS (s.d.), as praias deste município não possuem separação geográfica e recebem o nome dos bairros. São as seguintes: Emissário, José Menino (Canal 1), Gonzaga (Canal 2), Boqueirão (Canal 3), Embaré (Canal 4), Aparecida (Canal 5) e Ponta da Praia (Canal 6). Do mesmo modo que o de número 6, o Canal 7 também fica na Ponta da Praia, bairro em que se situa o ferry boat - onde se tomam as balsas para o Guarujá - e a Ponte Edgard Perdigão, conhecida como Ponte dos Práticos, de onde partem as embarcações para a reserva ecológica da Laje de Santos e as barquinhas para a Fortaleza da Barra.

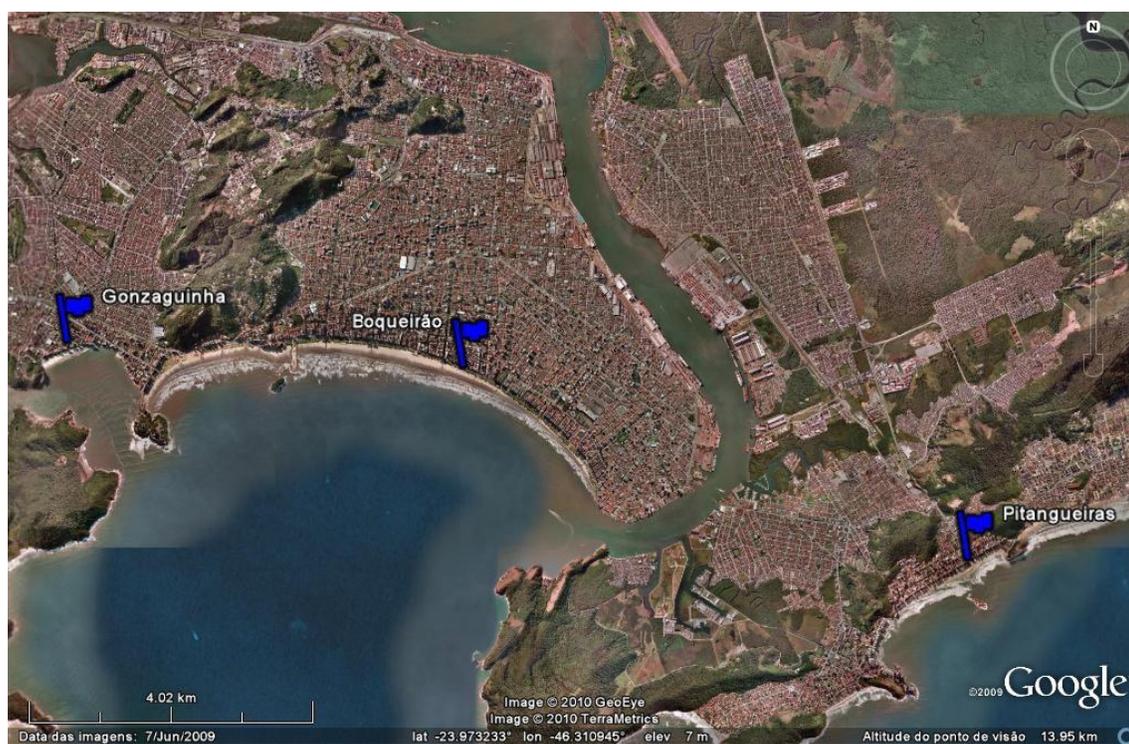
Conforme a homepage da PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARUJÁ (s.d.) as praias presentes no município são: Congava ou Sangava, Santa Cruz dos Navegantes, Góes, Saco do Major, Guaiúba, Monduba ou Artilheiro, Fora ou Moisés, Bueno, Tombo, Astúrias, Pitangueiras, Enseada, Éden, Sorocotuba, Mar Casado, Pernambuco, Perequê, São Pedro, Conchas, Iporanga, Pinheiro ou Taguaíba, Camburi, Preta e Branca.

Vale ressaltar a presença do Emissário Submarino de Santos, localizado na Praia de José Menino, e do Emissário Submarino do Guarujá, localizado na Praia da Enseada. A finalidade destes é lançar esgotos domésticos, após tratamento, no mar.

4.3. DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido com base na comparação de três praias com níveis de qualidade distintos: praia do Gonzaguinha em São Vicente, praia do Boqueirão em Santos e praia de Pitangueiras (Av. Puglisi) no Guarujá (Figura 3).

Figura 3 - Localização das praias selecionadas para o estudo



Fonte: Goole Earth

As praias que fizeram parte deste estudo foram escolhidas com base na Qualificação Anual de suas águas, realizada pela CETESB, observando-se a classificação de cinco anos. A diferença na qualidade da água para recreação de contato primário dessas praias determinou a escolha que permite avaliar três cenários distintos. Em 2009, a praia do Gonzaguinha esteve 100% do tempo imprópria para banho, apresentando Qualificação Anual Péssima; a praia do Boqueirão esteve 52% do tempo própria para banho, apresentando Qualificação Anual Ruim e as águas da praia de Pitangueiras permaneceram próprias para banho em 100% do ano, apresentando Qualificação Anual Boa, de acordo com CETESB (2010).

Concomitantemente à realização desse trabalho, a CETESB avaliou a qualidade da água e das areias úmida e seca de quatro praias do Litoral Norte e quatro da Baixada Santista. Dentre as praias da Baixada Santista, estiveram presentes as praias de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá). A frequência de amostragem foi semanal, nos meses de janeiro, fevereiro, julho e agosto de 2009.

A Tabela 1 apresenta a porcentagem de tempo que as praias escolhidas para o estudo estiveram Próprias para banho nos anos de 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009, assim como a Qualificação Anual.

Tabela 1 - Porcentagem de tempo que as praias permaneceram Próprias para banho nos anos de 2005 a 2009 e Qualificação Anual.

Praia / Município	2005 P (%)	QA	2006 P (%)	QA	2007 P (%)	QA	2008 P (%)	QA	2009 P (%)	QA
Gonzaguinha / São Vicente	4	PÉSSIMA	10	PÉSSIMA	2	PÉSSIMA	2	PÉSSIMA	0	PÉSSIMA
Boqueirão / Santos	60	RUIM	56	RUIM	62	RUIM	54	RUIM	52	RUIM
Pitangueiras / Guarujá	98	REGULAR	85	REGULAR	98	REGULAR	83	REGULAR	100	BOA

Fonte CETESB (2006, 2007, 2008, 2009, 2010)

As praias escolhidas para o estudo são monitoradas regularmente no “Programa de Balneabilidade das Praias do Estado de São Paulo” da CETESB. Também é monitorada a qualidade dos cursos d’água afluentes às praias, pois estes têm forte influência na qualidade das mesmas. São nove no município de São Vicente, oito em Santos e 43 no Guarujá. Nesses municípios, os cursos d’água monitorados apresentam, geralmente, densidades elevadas de coliformes termotolerantes.

Foi realizada visita técnica às áreas de estudo, em 20 de junho de 2008, para seleção dos pontos adequados para a amostragem e para definição da metodologia de coleta, levando-se em consideração as características locais e atividades desenvolvidas no entorno. Estes locais foram georreferenciados e fotografados.

O georreferenciamento foi feito com a utilização de GPS Garmin Etrex Vista com DATUM SAD 69. Essas coordenadas foram marcadas no ponto de coleta de areia seca, visto que os pontos de coleta de areia úmida e água não são fixos, pois dependem das variações de maré.

As praias, os locais de amostragem e as coordenadas UTM são apresentadas no Quadro 10. As fotos das praias, ressaltando o entorno e os locais de coleta são apresentados nos anexos 4, 5 e 6.

Quadro 10 - Praias, locais de amostragem e coordenadas UTM dos pontos de coleta de areia seca deste estudo

Município	Praia	Local de amostragem	Coordenadas UTM (E,N)	
São Vicente	Gonzaguinha	Av. Embaixador Pedro de Toledo, 191	0359510	7348514
Santos	Boqueirão	Em frente à Rua Angela Guerra	0365143	7348212
Guarujá	Pitangueiras	Em frente à Av. Puglisi	0372338	7345555

4.4. MÉTODOS

4.4.1. Procedimento de coleta

As amostras de água e de areia foram coletadas, de acordo com APHA (2005), pela Regional de Cubatão da CETESB aos domingos e enviadas à Sede da CETESB em São Paulo através de transporte rodoviário no mesmo dia, durante a noite.

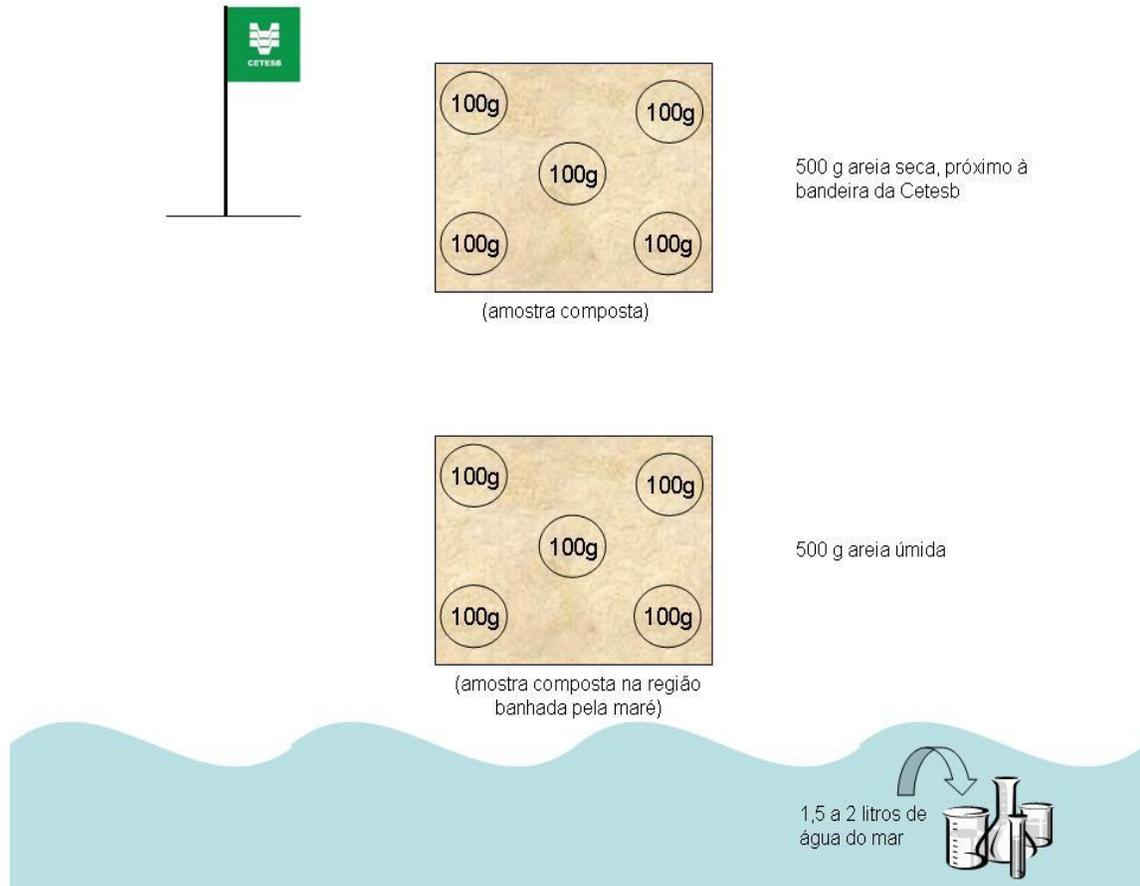
a) Amostras de água

As amostras de água foram coletadas em frascos plásticos esterilizados com capacidade para 2 litros, de acordo com APHA (2005), na profundidade de 1 metro. Foram coletados 1,5 litros de água de cada praia (Figura 4) e preservados com 1,5 mL de tiosulfato de sódio 10% e 4,5 mL de EDTA 15%, armazenados sob refrigeração e processados em, no máximo, 24 horas.

b) Amostras de areia

Para o presente estudo, a amostragem foi realizada de acordo com SMAC (2000) e SATO et al. (2005). Assim, para cada praia, foi coletada uma amostra de areia seca (na região pós praia) e uma amostra de areia úmida (na região entremarés). Para formar uma amostra representativa, foram colhidos 500 gramas de areia (úmida e seca) de áreas previamente delimitadas de aproximadamente 2 m². Cada amostra foi constituída de 5 porções de 100 gramas coletadas da camada superficial (até 5 cm de profundidade) de diferentes regiões dentro da área delimitada, formando uma amostra composta (Figura 4). Essas amostras foram coletadas com espátulas estéreis, colocadas em sacos plásticos estéreis e transportadas para o laboratório em caixas térmicas refrigeradas, assegurando-se o prazo de 24 horas para análise laboratorial.

Figura 4 - Procedimento de coleta de amostras de água e areia.



4.4.2. Frequência de coleta

As amostras foram coletadas juntamente com a coleta para o “Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas”, aos domingos, com frequência mensal e duração de um ano, em cada uma das três praias selecionadas para o estudo.

No anexo 7 encontram-se as datas de amostragem de água, areia úmida e areia seca realizadas no período de janeiro a dezembro de 2009.

4.4.3. Parâmetros

As medições dos parâmetros de campo foram realizadas pelos técnicos ambientais da Regional de Cubatão da CETESB, no momento da coleta das amostras e as análises microbiológicas foram realizadas no Setor de Microbiologia e Parasitologia na sede da CETESB em São Paulo.

a) Campo: temperatura do ar, temperatura da água, temperatura da areia, pH da água e da areia úmida, chuvas nas últimas 24 horas e parâmetros estéticos como cor na água, detritos na praia, dejetos na praia, óleos e graxas na areia, óleos e graxas na água, peixes mortos, esgotos, entre outros.

b) Microbiológicos:

- bacteriológicos: Coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, Enterococos, *Staphylococcus coagulase (+)*, *Pseudomonas aeruginosa*
- micológicos: *Candida albicans* e dermatófitos

4.4.4. Metodologia analítica

Para os indicadores bacteriológicos e *Candida albicans*, na água e nas areias, foram seguidas as Normas Técnicas da CETESB e APHA, específicas para cada microrganismo. Para *Staphylococcus coagulase (+)* nas amostras de areia, foi utilizada a metodologia analítica da Food and Drug Administration (FDA, 1998).

Com exceção dos dermatófitos, as amostras de água foram analisadas pela Técnica da Membrana Filtrante e as amostras de areia pela Técnica dos Tubos Múltiplos em meios de cultura e tempo de incubação específicos para cada microrganismo.

- Amostras de água

Volumes de 100 mL da amostra para análise de bactérias e 500 mL para análise de *Candida albicans* foram concentrados seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante.

A técnica baseia-se na filtração de volumes adequados de água através da membrana filtrante com porosidade de 0,45 µm para bactérias e 1,2 µm para *Candida albicans*. Os microrganismos a serem detectados, apresentando dimensões maiores, ficam retidos na superfície da membrana, a qual é transferida para uma placa de Petri contendo o meio de cultura seletivo e diferencial adequado para cada microrganismo. Por capilaridade, o meio se difunde para a membrana, entrando em contato com os microrganismos e, após

período de incubação determinado, se desenvolvem, na superfície da membrana, colônias típicas de cada microrganismo. A partir da confirmação das colônias, calcula-se a densidade de microrganismos. Se necessário, realiza-se testes complementares (CETESB, 1984).

a) Coliformes termotolerantes

A quantificação de coliformes termotolerantes foi realizada de acordo com a APHA (2005). Após concentrar as amostras seguindo os procedimentos para a Técnica de Membrana Filtrante, as membranas foram colocadas em placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar m-FC e incubadas a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Após o período de incubação, realizou-se a contagem das colônias típicas de coliformes termotolerantes, as quais apresentam coloração azul. Os resultados foram expressos em UFC (Unidades Formadoras de Colônias) por 100 mL.

b) *Escherichia coli*

A determinação de *Escherichia coli* foi efetuada de acordo com a APHA (2007a). Após concentrar as amostras seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar m-TEC modificado e incubadas, inicialmente, a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas, seguindo sua incubação a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante 22-24 horas.

Após o período de incubação, foi realizada a contagem de colônias típicas de *Escherichia coli*, as quais apresentam coloração vermelha ou magenta. Os resultados foram expressos em UFC por 100 mL.

c) Enterococos

A enumeração de bactérias do grupo Enterococos foi realizada de acordo com a APHA (2007b). Após concentrar as amostras seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar mEI e incubadas a $41 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Após o período de incubação, foi realizada a contagem de colônias típicas de Enterococos, as quais apresentam coloração azul. Os resultados foram expressos em UFC por 100 mL.

d) *Staphylococcus coagulase (+)*

A determinação de *Staphylococcus coagulase (+)* foi realizada de acordo com a APHA (2007a). Após concentrar as amostras seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar Baird Parker e, em seguida, incubadas a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas.

Após o período de incubação, foi realizada a contagem de colônias típicas de *Staphylococcus* coagulase (+) no Ágar Baird Parker. Estas colônias apresentam-se convexas, de cor negra, brilhantes, geralmente rodeadas por um halo ou zona transparente com diâmetro aproximado de 1 mm a 1,5 mm.

Depois da contagem de colônias típicas, foi selecionado um número adequado delas para serem submetidas à confirmação, procedendo-se da seguinte forma: se o número de colônias típicas de *Staphylococcus* coagulase (+) é igual ou inferior a dez, submetem-se todas à confirmação; se o número de colônias típicas é superior a dez, selecionam-se dez colônias para serem submetidas à confirmação. A partir do número de colônias típicas determinadas para a verificação, foram identificados os tubos de Ágar BHI, de tal modo que cada colônia correspondia a um tubo de ágar. Em seguida foi colhido um inóculo da colônia a ser submetida à confirmação. Através de estrias, o inóculo de cada colônia típica selecionada foi transferido para a superfície do meio Ágar BHI e incubado durante 24 horas à temperatura de $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Após o período de incubação, a partir das culturas em Ágar BHI, efetuou-se os testes para a pesquisa da catalase e da coagulase.

-Teste para a pesquisa da catalase: a partir do crescimento em Ágar BHI, foi transferida, com uma alça de inoculação, uma pequena quantidade da cultura para uma lâmina de vidro, e sobre ela, adicionadas algumas gotas de peróxido de hidrogênio 3%. A formação de bolhas constitui teste de catalase positivo, indicando provável presença de estafilococos. A ausência de bolhas constitui teste de catalase negativo. Para a realização do teste, usou-se sempre como controle uma cultura catalase-positiva (*Staphylococcus aureus*) e uma cultura catalase-negativa (*Streptococcus faecalis*).

Realizou-se o teste para a pesquisa da coagulase com as culturas que apresentaram resultado positivo no teste para a pesquisa da catalase e as demais foram descartadas.

-Teste para a pesquisa da coagulase em tubo (coagulase livre): a partir do crescimento da cultura de 24 horas em Ágar BHI, foi transferida com uma alça de inoculação, uma porção da cultura em teste para um tubo de ensaio estéril de 12 mm x 120 mm contendo 0,3 mL de plasma de coelho com EDTA. O inóculo da cultura foi dissolvido, atritando-se a ponta da alça na parede do tubo e em seguida incubado em banho-maria a 37°C pelo tempo de 4 a 24 horas. O inóculo foi examinado periodicamente para verificar a ocorrência da coagulase, inclinando suavemente o tubo depois da primeira hora e a cada hora até serem transcorridas as 4 horas. O tubo foi comparado com os controles. Quando necessário, foram incubados novamente e examinados em 24 horas. O tubo não deve ser agitado durante a leitura, pois pode gerar resultados duvidosos devido à deposição do coágulo (Figura 5). Para a realização do teste, usou-se sempre como controle uma cultura coagulase-positiva (*Staphylococcus aureus*), uma cultura coagulase-negativa (*Staphylococcus epidermidis*) e o controle de plasma de coelho com EDTA (branco).

Figura 5 - Ilustração da intensidade de coagulação do plasma no teste para a pesquisa de coagulase.



Fonte: CETESB (1993a)

As culturas com reação nas quais houve uma nítida e firme formação de coágulo (reações 3+ e 4+) foram consideradas positivas para confirmação de *Staphylococcus coagulase (+)*.

A partir do número de colônias confirmadas, calculou-se a densidade de *Staphylococcus coagulase (+)*. Os resultados foram expressos em UFC por 100 mL.

e) *Pseudomonas aeruginosa*

A determinação de *Pseudomonas aeruginosa* foi realizada de acordo com a Norma Técnica L5.223 (CETESB, 1993). Após concentrar as amostras seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo o meio de cultura

Ágar mPA-B (Ágar mPA-C suplementado com cicloheximida e sulfapiridina) e, posteriormente, incubadas a $41,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 96 horas.

Após período de incubação, foi efetuada a contagem de colônias típicas de *Pseudomonas aeruginosa*. No meio mPA-B essas colônias apresentam-se com um núcleo central marrom-escuro ou preto-esverdeado, com as bordas claras; são achatadas e seu diâmetro é de aproximadamente 0,8 a 2,2 mm.

Após a contagem e o registro de colônias típicas de *P. aeruginosa*, foram selecionados um número adequado para serem submetidas à confirmação, procedendo da seguinte forma: se o número de colônias típicas de *P. aeruginosa* é menor ou inferior a dez, todas são submetidas à confirmação; se o número de colônias típicas é superior a dez, seleciona-se dez colônias para serem submetidas à confirmação. A partir do número de colônias típicas de *P. aeruginosa* determinado para a confirmação, foram identificadas placas de Ágar Leite, de tal modo que cada colônia corresponda a uma placa. Com a alça de inoculação, um inóculo da colônia a ser submetida à confirmação foi colhido e depositado em um ponto nas bordas da placa de Ágar Leite e espalhado em toda a superfície do meio de cultura. Em seguida, a placa foi incubada em posição invertida durante 48 ± 3 horas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Após o período determinado de incubação, foi efetuada a leitura, considerando como típicas de *P. aeruginosa* as colônias que hidrolisaram a caseína e produziram pigmento verde, difusível no meio de cultura.

A partir do número de colônias confirmadas, calculou-se a densidade de *Pseudomonas aeruginosa*. Os resultados foram expressos em UFC por 100 mL.

f) *Candida albicans*

A contagem de *Candida albicans* foi realizada de acordo com a Norma Técnica CETESB L5.520 (CETESB, 1986). Após concentrar as amostras seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar MCA¹. Em um período não superior a 30 minutos, foram incubadas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas.

Após período de incubação, efetuou-se a contagem de colônias típicas de *Candida albicans*. No Ágar MCA, as colônias típicas apresentam-se com coloração marrom, são arredondadas, lisas e brilhantes, com diâmetro de aproximadamente 1 mm.

Após a contagem e o registro de colônias típicas de *C. albicans*, selecionou-se um número adequado para serem submetidas à confirmação, procedendo da seguinte forma: se o número de colônias típicas de *C. albicans* é igual ou inferior a dez, submeter todas à confirmação; se o número de colônias típicas é superior a dez, selecionar dez colônias para serem submetidas à confirmação.

A partir do número de colônias típicas de *Candida albicans* determinado para verificação, foram identificados tubos de Agar Sabouraud Dextrose com cicloheximida e cloranfenicol inclinados, de tal modo que a cada colônia correspondia a um tubo; com uma alça, foi colhido um inóculo da colônia a ser submetida à confirmação e repicou-se através de estrias cada colônia típica selecionada para o tubo correspondente, previamente identificado; estas foram

¹ 100 mL solução 1 + 900 mL solução 2. Juntar as 2 soluções e ajustar o pH para $6,7 \pm 0,1$.
Solução 1 = 6,7g base nitrogênio levedura + 100 mL água destilada.
Solução 2 = 10,0g glicina + 30,0g maltose + 5,0g citrato de amônia e bismuto + 3,0g sulfito de sódio + 0,5g cloranfenicol + 1,5g cicloheximida + 10,0g ágar + 900 mL água destilada.

incubadas durante 24 a 48 horas à temperatura de $25 - 35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. As colônias em Agar Sabouraud Dextrose são de coloração branca ou creme claro, superfície lisa e brilhante, bordas íntegras e consistência cremosa; nas culturas envelhecidas aparecem pregas dobradas formando sulcos e rugas na superfície e algumas vezes com projeções peludas.

-Pesquisa de tubo germinativo: a partir do crescimento em Agar Sabouraud Dextrose suplementado com cicloheximida e cloranfenicol, foi transferida com uma alça de inoculação, uma pequena quantidade da cultura para um tubo de ensaio 12mm x 120mm contendo 0,5 mL de Soro Fetal Bovino e incubadas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por um período de 2 a 3 horas. Após o período de incubação, foi transferida uma pequena quantidade da cultura para uma lâmina de vidro e coberta com lamínula. A leitura foi realizada ao microscópio usando-se as objetivas de 10X e 40X. A presença de tubo germinativo indica a presença de *Candida albicans*.

-Microcultivo em lâmina: paralelamente a prova do tubo germinativo foi colhido um inóculo do mesmo crescimento do tudo de Ágar Sabouraud Dextrose suplementado com cicloheximida e cloranfenicol e feito um microcultivo em lâmina. O meio Ágar Fubá – Tween 80 foi fundido e com uma pipeta de Pasteur, previamente esterilizada, vertida uma pequena quantidade sobre a lâmina, no interior da placa de Petri, de modo a formar uma fina camada no centro da lâmina até solidificação.

A partir do número de colônias de *Candida albicans* determinado para verificação, foram identificadas placas para o microcultivo, de tal modo que cada colônia correspondia a uma placa. Com uma alça de inoculação, foi colhido um inóculo da colônia a ser submetida à confirmação e semeadas duas estrias finas na superfície do meio sobre a lâmina. Um papel de filtro umedecido

com água destilada estéril foi colocado no interior de cada placa de Petri. As placas foram incubadas a 21 – 25°C durante um período máximo de 5 dias. A lâmina foi examinada ao microscópio após 24 horas de incubação, fazendo-se leituras, a cada 24 horas, até completar o período de 5 dias, considerando-se típicas as colônias que apresentaram estruturas específicas de *Candida albicans*, tais como, clamidósporo, pseudomicélio e blastósporo (Figura 6).

Figura 6 - Ilustração das estruturas típicas de *Candida albicans*.



Fonte: CETESB (1986)

A partir do número de colônias confirmadas, calculou-se a densidade de *Candida albicans*. Os resultados foram expressos em UFC por 500 mL.

- Amostras de areia

Porções de 100 gramas de areia foram colocadas em 900 mL de água de diluição e homogêneas em Blender com velocidade baixa por 1 minuto (APHA, 2006). Esse procedimento foi realizado nas amostras de areia úmida e seca de cada praia. As amostras foram analisadas pela Técnica de Tubos

Múltiplos, com exceção da análise para *Candida albicans* que foi realizada pela Técnica de Membrana Filtrante.

A Técnica de Tubos Múltiplos é baseada no princípio de que as bactérias existentes em uma amostra podem ser separadas por agitação, resultando em uma suspensão de células bacterianas, uniformemente distribuídas na amostra. Consiste na inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura adequado ao crescimento dos microrganismos pesquisados, sendo cada volume inoculado em uma série de tubos. Através de diluições sucessivas da amostra são obtidos inóculos cuja semeadura fornece resultados negativos em, pelo menos, um tubo da série em que foram inoculados. A combinação de resultados positivos e negativos permite a obtenção de uma estimativa da densidade das bactérias pesquisadas, por meio da aplicação de cálculos de probabilidade (CETESB, 2007b).

a) Coliformes termotolerantes

De acordo com a APHA (2006), após a inoculação de todos os volumes da amostra ou das diluições requeridas para o ensaio no meio A1, efetuou-se uma pré-incubação a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de todos os tubos inoculados durante 3 horas. Após esse período, os tubos foram transferidos para banho-maria ou incubadora a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, para a continuidade da incubação por 21 ± 2 horas.

A leitura foi feita, considerando como resultado positivo para o teste todos os tubos que apresentaram formação de gás no tubo de Durham. Com os dados obtidos, foi calculado o NMP (número mais provável) de coliformes termotolerantes por 100 gramas de areia.

b) *Escherichia coli*

Após período de incubação do meio A1, utilizado para a determinação de coliformes termotolerantes, foi colhido um inóculo de cada tubo positivo e transferido para tubos correspondentes com o caldo EC-MUG, baseado em APHA (2007c). Os tubos foram incubados durante 24 horas à 44,5°C.

Após período de incubação, foram considerados positivos para *Escherichia coli* os tubos que apresentaram fluorescência, evidenciada por meio de leitura dos tubos sob luz ultravioleta 365 nm de ondas longas (luz negra).

A densidade de *E. coli* foi estimada pelo número de tubos de cada série de diluições positivos no caldo EC-MUG. Com os dados obtidos, foi calculado o NMP de *E. coli* por 100 gramas de areia.

c) Enterococos

De acordo com APHA (2007b), foram inoculados volumes da amostra ou das diluições requeridas para o ensaio em tubos de Caldo Azida Dextrose. Usou-se concentração dupla para 10 mL do inóculo. Os tubos inoculados foram incubados à $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Cada tubo foi examinado quanto à presença turbidez ao final de 24 ± 2 horas. Reincubou-se, para nova leitura ao final de 48 ± 3 horas, os tubos que não apresentaram turbidez.

Todos os tubos de Caldo Azida Dextrose que apresentaram turbidez em 24 ou 48 horas foram submetidos ao teste de confirmação para enterococos. Para

isso, foi transferida uma porção de cada tubo positivo do Caldo Azida Dextrose para placas com Ágar Azida Bile Esculina. As placas foram incubadas em posição invertida a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Colônias castanho-escuras com halo marrom confirmam a presença de enterococos fecais. Colônias com estas características foram transferidas para um tubo de Caldo Infusão de Cérebro e Coração contendo 6,5% de NaCl e incubadas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas e também para um tubo de Caldo Infusão de Cérebro e Coração e incubadas a 10°C por 24 ± 2 horas. O crescimento nos dois tubos indica presença do grupo enterococos.

Estimou-se a densidade de enterococos fecais/estreptococos pelo número de tubos de cada série de diluições positivas no Ágar Azida Bile Esculina. Estimou-se a densidade de enterococos pelo número de tubos em cada série de diluições positivos em Ágar Azida Bile Esculina e em Caldo Infusão de Cérebro e Coração com 6,5% NaCl e em Caldo Infusão de Cérebro e Coração a 10°C . Foi calculada a combinação de tubos positivos e registrou-se o NMP por 100 gramas de areia.

d) *Staphylococcus coagulase (+)*

De acordo com FDA (1998), foram inoculados volumes da amostra ou das diluições requeridas para o ensaio no Caldo Tripcase de Soja com 10% de cloreto de sódio e 1% de piruvato de sódio. Incubou-se a 35°C por 48 ± 2 horas.

Transferiu-se uma porção de cada tubo positivo no Caldo Trypticase de Soja com 10% de NaCl e 1% de piruvato de sódio (turvos) para placas de Ágar Baird Parker que foram incubadas a $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Após incubação, cada

colônia foi transferida para um tubo contendo Ágar BHI. Esses tubos foram incubados a 35°C por 24 horas.

A partir das culturas em Ágar BHI, foram efetuados os testes para a pesquisa de catalase e coagulase, com procedimentos já descritos na metodologia para análise de água.

Calculou-se a combinação de tubos positivos e registrou-se o NMP por 100 gramas de areia.

e) *Pseudomonas aeruginosa*

De acordo com a Norma Técnica L5.220 (CETESB, 2001), após a inoculação de todos os volumes da amostra ou das diluições requeridas para o ensaio no Caldo Asparagina, efetuou-se a incubação dos tubos a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante 24-48 horas. A produção de pigmento fluorescente verde, evidenciada por meio de leitura dos tubos sob luz ultravioleta de ondas longas (luz negra), constitui resultado positivo para o ensaio presuntivo.

Para a confirmação, cada cultura com resultado presuntivo positivo foi transferida para o Caldo Acetamida. Os tubos foram incubados a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante 48 horas. A alcalinização do meio, evidenciada pela sua coloração púrpura, constitui resultado confirmativo positivo para a presença de *Pseudomonas aeruginosa*.

Devido à possibilidade de ocorrência de resultados falso-positivos no Caldo Acetamida, é recomendável que a positividade das culturas nesse meio seja

confirmada. Para isso, transferiu-se um inóculo das mesmas para placas contendo Ágar Leite e incubou-se os tubos inoculados a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas. A hidrólise da caseína do leite, evidenciada pela formação de halo ao redor da colônia e a produção de um pigmento esverdeado, difusível no meio, são resultados positivos em Ágar Leite que confirmam a presença de *Pseudomonas aeruginosa*.

O NMP foi calculado por 100 gramas de areia a partir do número de tubos de Caldo Acetamida, cuja positividade foi comprovada por meio dos resultados obtidos em Ágar Leite.

f) *Candida albicans*

De acordo com a Norma Técnica L5.520 (CETESB, 1986), seguindo os procedimentos para a Técnica da Membrana Filtrante, a amostra permaneceu em repouso e, posteriormente, 100 mL do sobrenadante foram concentrados e as membranas transferidas para placas de Petri contendo o meio Ágar MCA e incubadas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas. A continuidade do ensaio segue como descrito na técnica para as amostras de água, pois é necessária a confirmação das colônias através da pesquisa de tubo germinativo e de estruturas típicas de *C. albicans*, como clamidósporo, pseudomicélio, etc.

A partir do número de colônias confirmadas, calculou-se a densidade de *Candida albicans*. Os resultados foram expressos em UFC por 100 mL.

- Dermatófitos

A contagem e isolamento dos fungos em uma amostra baseiam-se no princípio de que, definindo condições de nutrição, temperatura e tempo de incubação, se houver fungos viáveis na água, esgotos e resíduos sólidos, que possam se desenvolver nas condições estabelecidas haverá formação de colônias, que serão visualizadas após determinado período de incubação. Para isso, volumes adequados da amostra são inoculados em placas de Petri com posterior adição de meio de cultura fundido (Técnica de *Pour Plate*) ou são inoculados na superfície desse meio de cultura já solidificado, contido em placas de Petri, com posterior espalhamento do inóculo (Técnica de *Spread Plate*). Após período determinado de incubação, é feita a contagem de unidades formadoras de colônias de fungos, com auxílio de um contador Quebec ou similar (CETESB, 1988).

a) Amostras de água

A determinação de dermatófitos foi realizada a partir da concentração de 300 mL das amostras, seguindo os procedimentos da Técnica da Membrana Filtrante. Após, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo o meio Ágar Mycosel e incubadas a 25-30°C durante 1 a 4 semanas.

Após esse período, as colônias foram isoladas em Ágar Sabouraud Dextrose com cloranfenicol e cicloheximida e incubadas a 25-30°C por 5-7 dias.

Para a identificação do fungo foi realizado exame macroscópico da colônia ao final de 15 dias (que permite avaliar velocidade de crescimento, diâmetro alcançado, tamanho, coloração do verso e reverso, aspecto geral, bordas, centro da colônia, pigmentação do meio, consistência, etc), estudo microscópico de fragmento da colônia, microcultivo em lâmina (Método de Riddel - Beneke), e se necessário, teste de perfuração de pêlo *in vitro* e prova da urease.

Microcultivo em lâmina (Método de Riddel – Beneke): de acordo com CETESB (1988), placas de Petri contendo no seu interior: papel de filtro, um tubo de vidro recurvado (em forma de “U”), lâmina e lamínula devem ser esterilizadas a 170-180°C por 30 minutos. Paralelamente, o meio Ágar Batata deve ser fundido e vertido em uma placa de Petri previamente esterilizada, deixando solidificar. Assim, corta-se este meio em porções de 1 cm², com o auxílio de uma espátula ou bisturi. Transfere-se essas porções de meio de cultura para as placas de Petri, previamente preparadas e identificadas, e coloca-se sobre a superfície central da lâmina disposta sobre o bastão de vidro. Esporos ou fragmentos de micélio, oriundos do meio inclinado Ágar Sabouraud Dextrose, devem ser semeados nos quatro lados da porção do meio Ágar Batata. Cobre-se essa porção de meio de cultura com a lamínula. O papel de filtro deve ser umedecido com água destilada estéril. Incuba-se as placas a 20 – 24°C por 7 dias, sendo controlada através de exame microscópico a ocorrência de desenvolvimento miceliano e esporulação do fungo. Após, remove-se a porção de meio de cultura existente entre a lâmina e a lamínula. Na lâmina utilizada no microcultivo, adiciona-se uma gota do corante lactofenol azul de algodão e cobre-se com uma lamínula limpa. A lamínula utilizada no microcultivo deve ser colocada sobre uma lâmina limpa contendo, no centro, uma gota do corante lactofenol azul de algodão. O cultivo deve ser examinado ao microscópio para a identificação da micromorfologia do fungo.

Perfuração de cabelo *in vitro*: segundo AJELLO & GEORG (1957) apud LACAZ et al. (1984), devem ser colocados fragmentos de cabelo humano (de criança pré-púbere) em placa de Petri e esterilizar a 120°C por 10 minutos. Após, adiciona-se 25 mL de água destilada estéril e 2 a 3 gotas de extrato de levedura a 10%. A placa deve ser inoculada com pequenos fragmentos da cultura, cultivada em Ágar Sabouraud Dextrose com cicloheximida e cloranfenicol. As perfurações no pêlo devem ser visualizadas a intervalos de até 4 semanas; para isso devem ser removidos pêlos individuais das placas e examinados ao microscópio sob gota de lactofenol azul de algodão levemente aquecido e entre lâmina e lamínula. O teste da perfuração de pêlo *in vitro* é utilizado para diferenciar *Trichophyton mentagrophytes*, que perfura radialmente o pêlo de *T. rubrum*, que não é capaz de perfurá-lo.

Prova da urease: segundo CHRISTENSEN (1946) apud LACAZ et al. (1984), inocula-se, em meio de Christensen, pequenos fragmentos da cultura a ser testada que deve ser incubada à 24 – 26°C. Realiza-se a leitura após 7 dias de incubação. A atividade ureásica produz alteração alcalina do pH, mudando a coloração de meio de amarelo para vermelho intenso que se difunde por todo o meio de cultura. Esta prova é utilizada para diferenciar *T. mentagrophytes*, com prova positiva, de *T. rubrum*, com prova negativa.

Os resultados foram expressos em UFC por 300 mL.

b) Amostras de areia

Volumes de 0,5 mL de amostra foram inoculados, em duplicata, no meio Ágar Mycosel e incubados a 25-30°C durante 1 a 4 semanas.

A continuidade do ensaio segue como descrito na técnica para as amostras de água.

Os resultados foram expressos em UFC por grama.

Em paralelo com a técnica citada acima, foi realizada a “Técnica da Isca de Cabelo” (Método de Vambreuseghem), segundo LACAZ et al. (1984). Uma porção da amostra de areia foi colocada em placa de Petri e umedecida com água destilada estéril. Salpica-se sobre a amostra crina de cavalo ou cabelo humano esterilizados em autoclave. Os cabelos ou crina servem como isca e colonizam-se com os dermatófitos ou outros fungos ceratinofílicos presentes no solo. É aconselhável a adição de cicloheximida (500 µg/mL) e antibióticos.

4.4.5. Metodologia estatística

Um Modelo Linear Geral Multivariado foi ajustado tendo como conjunto de *variáveis resposta* as concentrações de microrganismos presentes e como *fatores fixos* o tipo de matriz, o mês, a praia e a presença de chuva nas 24 horas anteriores à coleta das matrizes nas praias. As temperaturas do ar e das matrizes foram introduzidas no modelo como *covariadas*. O modelo foi ajustado com duas interações: Matriz com Praia e Matriz com Presença de Chuva. A estatística empregada no *Teste Multivariado* foi Lambda de Wilks. Esta técnica foi utilizada para determinar as diferenças significativas entre os valores médios dos microrganismos nos diferentes *fatores*, levando-se em consideração todos os microrganismos simultaneamente, respondendo quais fatores influenciaram nas concentrações dos microrganismos existentes nas matrizes.

Para os *Testes Univariados* foi utilizada a estatística F-Fischer. Uma vez identificados os fatores intervenientes ($p < 5\%$), usou-se este teste para pesquisar se o *fator* interferiu em cada microrganismo individualmente, apontando sobre quais microrganismos a influência se fez presente.

Intervalos simultâneos de confiança foram obtidos através do Método de Bonferroni. Eles foram construídos com *Coeficiente de Confiança* de 95%.

Para todos os testes o nível descritivo “p” foi calculado para comparação com o nível de significância fixado para o estudo, $\alpha = 0,05$.

O software utilizado para a análise dos resultados foi o SPSS versão 12. A transformação empregada previamente às análises dos dados da concentração dos microrganismos foi a logarítmica.

5. RESULTADOS

Durante o período de janeiro a dezembro de 2009 foram coletadas amostras de água, areia úmida e areia seca. A frequência das coletas foi mensal e realizada aos domingos nas praias de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá). Foram coletadas 12 amostras de água, de areia úmida e de areia seca para cada praia, perfazendo um total de 36 amostras de cada matriz, totalizando 108 amostras considerando-se as 3 praias.

5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS OBTIDOS EM CAMPO

No período de coleta das amostras a temperatura do ar variou de 18°C a 32°C, a da água oscilou de 19°C a 27°C, a temperatura da areia úmida esteve entre 19°C e 27°C e a da areia seca variou de 20°C a 34°C.

O pH da água esteve entre 4,8 e 8,0, sendo que em Gonzaguinha e Boqueirão variou de 5,0 a 7,0 e em Pitangueiras variou de 4,8 a 8,0. Para as amostras de areia o valor de pH só foi medido na areia úmida, o qual variou de 5,2 a 8,0. Em Gonzaguinha esteve entre 5,2 e 7,0, Boqueirão oscilou de 5,4 a 7,0 e em Pitangueiras variou de 5,0 a 8,0.

A ocorrência de chuvas foi considerada nas últimas 24 horas anteriores à coleta das amostras; e ocorreram em 9 das 12 campanhas de amostragem realizadas (fevereiro, abril, maio – exceto no Guarujá - , junho, julho, agosto, outubro, novembro e dezembro).

Relatou-se a ocorrência de ressaca do mar na campanha de abril em Santos e São Vicente.

Não foram observados, no local de coleta das amostras, a presença de detritos, dejetos, óleo, peixes mortos e escoamento de esgotos na água ou na areia.

No Anexo 7 são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos durante o período de estudo.

5.2. CONCENTRAÇÃO DOS MICRORGANISMOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA E AREIAS ANALISADAS

Nos Anexos 8 a 19 encontram-se os resultados das concentrações dos microrganismos pesquisados, durante o período de estudo, na água e areias úmida e seca das praias de Gonzaguinha em São Vicente, Boqueirão em Santos e Pitangueiras (Av. Puglisi) no Guarujá.

5.2.1. Indicadores de contaminação fecal: Coliformes termotolerantes, *E.coli* e enterococos

A Tabela 2 ilustra a frequência (%) de amostras positivas para os indicadores na água, areia úmida e areia seca considerando-se as 12 campanhas de amostragem realizadas na Praia de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá).

Tabela 2 - Frequência (%) das amostras positivas dos indicadores de contaminação fecal na água, areia úmida e areia seca nas praias de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá).

Praias	Água			Areia úmida			Areia seca		
	Coliformes termotolerantes (%)	<i>E. coli</i> (%)	Enterococos (%)	Coliformes termotolerantes (%)	<i>E. coli</i> (%)	Enterococos (%)	Coliformes termotolerantes (%)	<i>E. coli</i> (%)	Enterococos (%)
Gonzaguinha	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Boqueirão	100,0	100,0	83,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Pitangueiras	91,7	83,3	83,3	100,0	83,3	91,7	100,0	100,0	100,0

Os indicadores de contaminação fecal estiveram presentes em todas as amostras de água, areia úmida e areia seca da praia de Gonzaguinha. Na praia do Boqueirão o cenário foi semelhante, com exceção de enterococos nas amostras de água com frequência de positividade de 83,3%. Na praia de Pitangueiras observou-se que para as amostras de água a frequência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos foi de 91,7%, 83,3% e 83,3%, respectivamente. Nas amostras de areia úmida das praias de Gonzaguinha e Boqueirão, coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos estiveram presentes em 100% das amostras analisadas. Na praia de Pitangueiras as amostras de areia úmida analisadas foram 100% positivas para a presença de coliformes termotolerantes e para *E. coli* e enterococos foram positivas em 83,3% e 91,7%, respectivamente. Nas amostras de areia seca a frequência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos foi de 100% em todas as praias avaliadas.

A Tabela 3 apresenta os valores mínimos, máximos e a média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos nas amostras de água, areia úmida e areia seca nas praias estudadas.

Tabela 3 - Valores mínimos, máximos e média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos nas amostras de água, areia úmida e areia seca nas praias de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) de janeiro a dezembro de 2009.

Água (UFC/100 ml)									
Praias	Coliformes termotolerantes			<i>E. coli</i>			Enterococos		
	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG
Gonzaguinha	100	4800	859,9	57	2500	559,8	8	1060	102,6
Boqueirão	8	3400	247,6	4	1100	90,5	1	460	32,2
Pitangueiras	1	1080	28,6	1	1180	11,5	1	76	6,5
Areia úmida (NMP/100 g)									
Praias	Coliformes termotolerantes			<i>E. coli</i>			Enterococos		
	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG
Gonzaguinha	78	330000	2090,7	20	49000	817,4	130	79000	1227,3
Boqueirão	8	46000	1134,1	20	46000	727,9	40	79000	826,0
Pitangueiras	20	7900	325,0	1	7900	72,9	1	22000	93,9
Areia seca (NMP/100 g)									
Praias	Coliformes termotolerantes			<i>E. coli</i>			Enterococos		
	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG
Gonzaguinha	790	230000	5441,9	45	230000	2266,3	20	23000	1849,5
Boqueirão	790	330000	17905,2	700	230000	8713,7	49	33000	1753,1
Pitangueiras	330	9200000	113929,9	20	1300000	32254,4	170	790000	20559,3

MG = média geométrica

Como pode ser observado na Tabela 3, na praia do Gonzaguinha, a concentração de coliformes termotolerantes nas amostras de água variou de $1,0 \times 10^2$ a $4,8 \times 10^3$ UFC/100 mL, exibindo média geométrica de $8,6 \times 10^2$ UFC/100 mL. Para *E. coli* as concentrações variaram de 57 a $2,5 \times 10^3$ UFC/100 mL e a média geométrica de $5,6 \times 10^2$ UFC/100 mL e as concentrações encontradas para enterococos foram de 8 a $1,1 \times 10^3$ UFC/100 mL e média geométrica de $1,0 \times 10^2$ UFC/100 mL. Para a praia do Boqueirão verificou-se concentração de coliformes termotolerantes de 8 a $3,4 \times 10^3$ UFC/100 mL com média geométrica de $2,5 \times 10^2$ UFC/100 mL e de *E. coli* de 4 a $1,1 \times 10^3$ UFC/100 mL e média geométrica de 90 UFC/100 mL e para enterococos a faixa encontrada foi de 1 a $4,6 \times 10^2$ UFC/100 mL e média geométrica de 32 UFC/100 mL. Na praia de Pitangueiras as amostras de água exibiram concentrações de coliformes termotolerantes que variaram de 1 a $1,1 \times 10^3$ UFC/100 mL e média geométrica de 28 UFC/100 mL. Para *E. coli* a faixa de concentração encontrada foi de 1 a $1,2 \times 10^3$ UFC/100 mL e média geométrica de 11,5 UFC/100 mL e as concentrações de enterococos variaram de 1 a 76 UFC/100 mL e média geométrica de 6,5 UFC/100 mL.

Nas amostras de areia úmida da praia de Gonzaguinha a concentração de coliformes termotolerantes variou de 78 a $3,3 \times 10^5$ NMP/100g com média geométrica de $2,1 \times 10^3$ NMP/100g. *E. coli* apresentou concentrações entre 20 e $4,9 \times 10^4$ e média geométrica de $8,2 \times 10^2$ NMP/100g e os enterococos tiveram concentrações variando de 130 a $7,9 \times 10^4$ NMP/100g, com média geométrica de $1,2 \times 10^3$ NMP/100g. Na praia do Boqueirão, a concentração de coliformes termotolerantes na areia úmida variou de 8 a $4,6 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de $1,1 \times 10^3$ NMP/100g. A concentração de *E. coli* encontrada esteve entre 20 e $4,6 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de $7,3 \times 10^2$ NMP/100g. A faixa de enterococos encontrada foi de 40 a $7,9 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de $8,3 \times 10^2$ NMP/100g. Para a praia de Pitangueiras as amostras de

areia úmida apresentaram concentração de coliformes termotolerantes na faixa de 20 a $7,9 \times 10^3$ NMP/100g e média geométrica de $3,2 \times 10^2$ NMP/100g. As concentrações de *E. coli* estiveram entre 1 e $7,9 \times 10^3$ NMP/100g e média geométrica de 73 NMP/100g e enterococos tiveram concentrações entre 1 e $2,2 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de 94 NMP/100g.

Na areia seca da praia de Gonzaguinha a faixa de concentração de coliformes termotolerantes encontrada foi de $7,9 \times 10^2$ a $2,3 \times 10^5$ NMP/100g exibindo média geométrica de $5,4 \times 10^3$ NMP/100g Para *E. coli* a concentração variou de 45 a $2,3 \times 10^5$ NMP/100g e média geométrica de $2,2 \times 10^3$ NMP/100g. A concentração de enterococos variou de 20 a $2,3 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de $1,8 \times 10^3$ NMP/100g. Na praia do Boqueirão as amostras de areia seca exibiram concentrações de coliformes termotolerantes de $7,9 \times 10^2$ a $3,3 \times 10^5$ NMP/100g com média geométrica de $1,7 \times 10^4$ NMP/100g. Verificou-se concentração de *E. coli* na faixa de $7,0 \times 10^2$ a $2,3 \times 10^5$ NMP/100g e média geométrica de $8,7 \times 10^3$ NMP/100g. As concentrações encontradas para enterococos foram de 49 a $3,3 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de $1,7 \times 10^3$ NMP/100g. Em Pitangueiras a concentração de coliformes termotolerantes na areia variou de $3,3 \times 10^2$ a $9,2 \times 10^6$ NMP/100g e média geométrica de $1,1 \times 10^5$ NMP/100g. *E. coli* apresentou concentrações que variaram de 20 a $1,3 \times 10^6$ NMP/100g e média geométrica de $3,2 \times 10^4$ NMP/100g. Para enterococos as concentrações foram de $1,7 \times 10^2$ a $7,9 \times 10^5$ NMP/100g e média geométrica de $2,0 \times 10^4$ NMP/100 g.

Em síntese, as amostras de água e areia úmida da praia de Gonzaguinha apresentaram as maiores médias geométricas dos indicadores de contaminação fecal e as amostras da praia de Pitangueiras exibiram as menores médias geométricas. Quanto à areia seca, observou-se mudança em relação à concentração desses indicadores, pois a praia de Pitangueiras

apresentou médias geométricas superiores às apresentadas pelas outras duas praias avaliadas.

Foi observado que a média geométrica dos indicadores de contaminação fecal, considerando-se as 3 praias, foi maior na areia seca, seguida pela areia úmida e depois pela água. Vale ressaltar que na praia de Pitangueiras as médias geométricas para coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos da areia seca tiveram valores bem acima do que os encontrados na areia úmida e na água e também que os valores observados nas outras praias pesquisadas.

Na praia de Gonzaguinha, nos meses de abril, maio, junho, julho e outubro verificou-se que a concentração dos indicadores de contaminação fecal foram maiores nas amostras de areia seca examinadas, enquanto que nos meses de agosto, setembro, novembro e dezembro as concentrações encontradas foram maiores na areia úmida, à exceção para enterococos no mês de dezembro. Nos meses de janeiro e fevereiro, as concentrações de coliformes termotolerantes e *E. coli* foram mais elevadas nas amostras de água do que nas de areia seca avaliadas e no mês de agosto a concentração dos três indicadores fecais foi maior nas amostras de areia seca. Em março, observou-se que a concentração de *E. coli* foi maior nas amostras de areia úmida do que nas de água. A Figura 7 ilustra as variações nas concentrações dos indicadores fecais nas amostras examinadas na praia de Gonzaguinha.

Na Figura 8 podem ser observadas as concentrações dos indicadores de contaminação fecal nas amostras avaliadas na praia do Boqueirão. A concentração dos organismos indicadores foi maior nas amostras de areia seca, entretanto em algumas campanhas de amostragem mostraram concentração maior na areia úmida, como enterococos em janeiro, os 3 microrganismos em fevereiro e novembro, *E. coli* em junho, enterococos em

setembro, *E. coli* e enterococos em dezembro. Em maio as densidades de coliformes termotolerantes e *E. coli* foram maiores na água que na areia úmida, o mesmo ocorreu em julho com as densidades de *E. coli* e enterococos.

Para a praia de Pitangueiras, como ilustra a Figura 9, as densidades dos indicadores de contaminação fecal foram mais elevadas nas amostras de areia seca quando comparadas com as amostras de água e areia úmida, exceto coliformes termotolerantes no mês de abril e *E. coli* no mês de junho. Comparando-se as amostras de água com as de areia úmida, verificou-se que nos meses de abril e junho a água apresentou maior concentração de *E. coli*, em julho de enterococos e o mesmo ocorreu em novembro com a concentração de *E. coli*.

Figura 7 - Concentração dos indicadores de contaminação fecal no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Gonzaguinha (São Vicente).

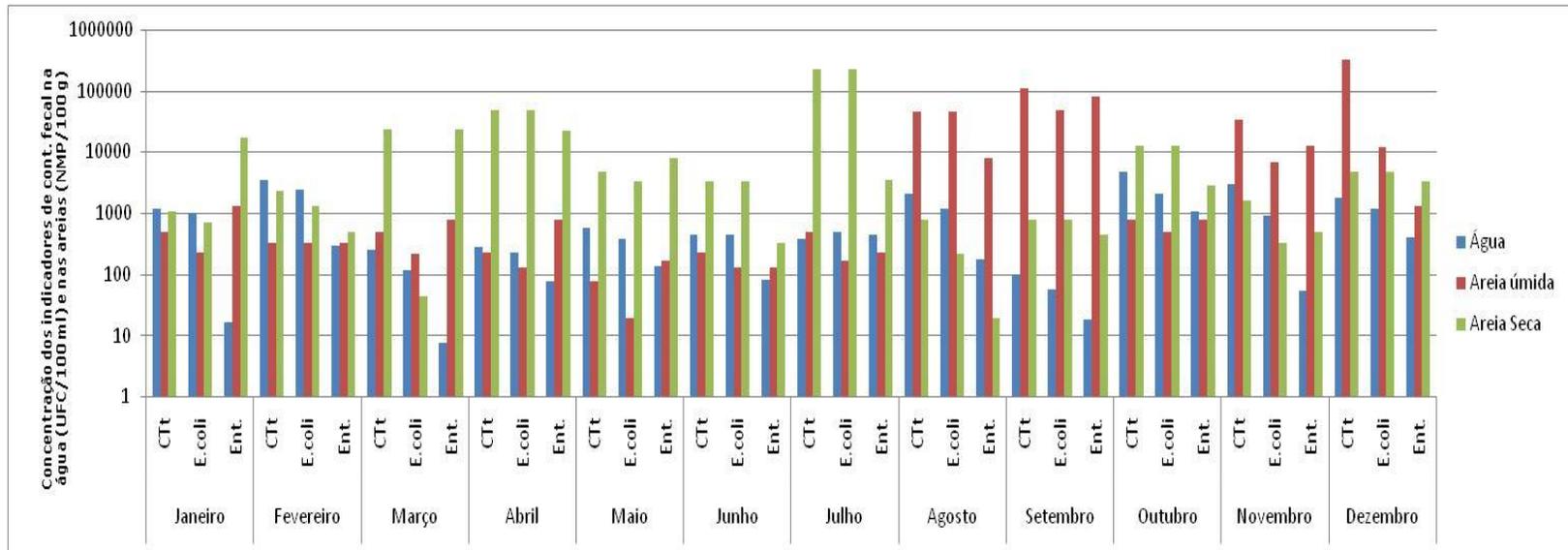


Figura 8 - Concentração dos indicadores de contaminação fecal no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Boqueirão (Santos).

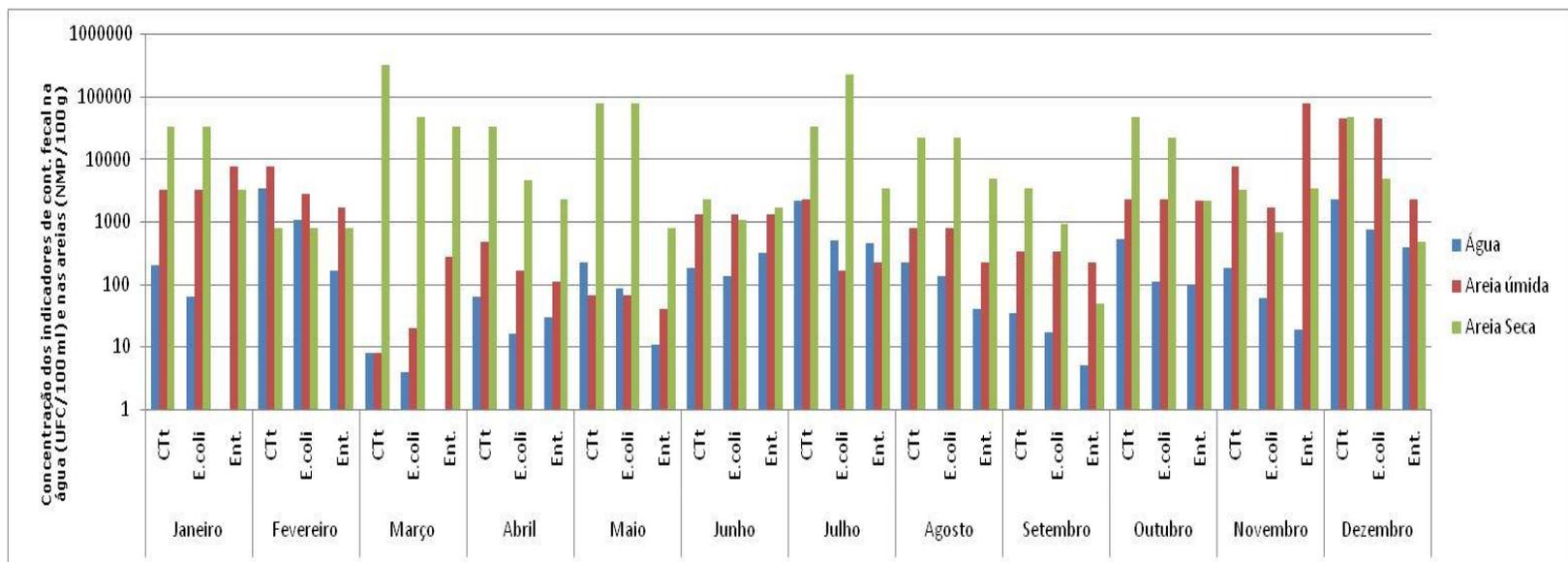
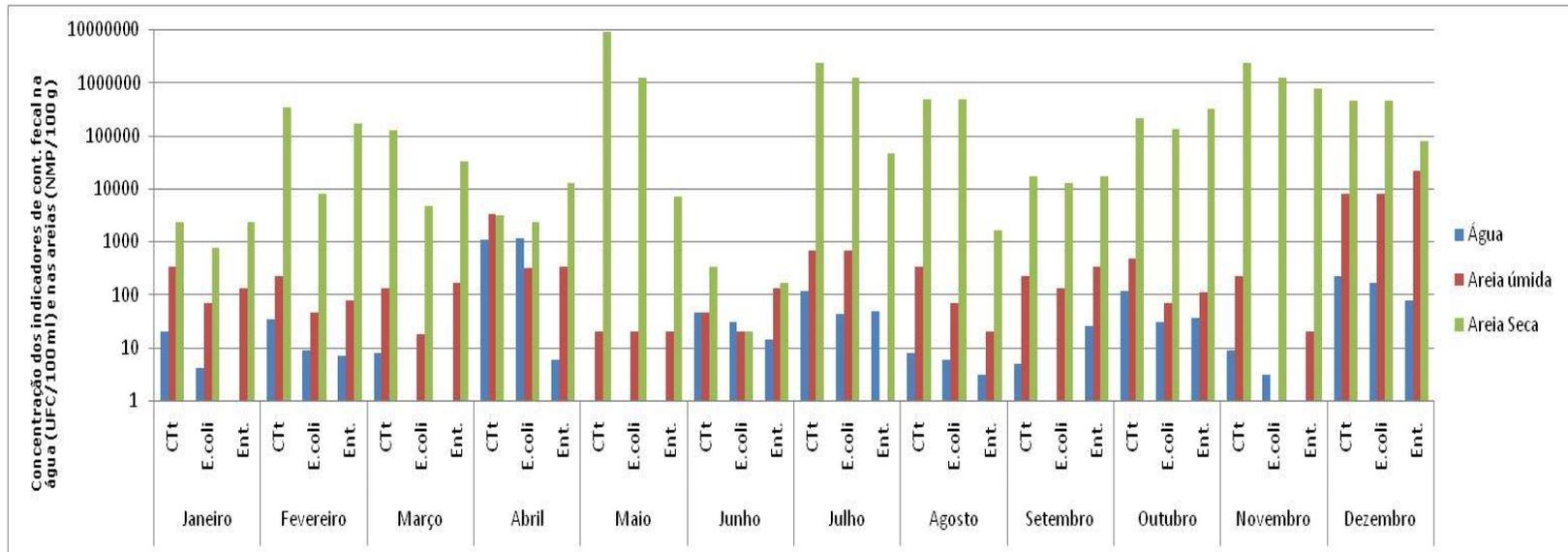


Figura 9 - Concentração dos indicadores de contaminação fecal no período de estudo, nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Pitangueiras (Guarujá).



5.2.2. *Staphylococcus* coagulase (+), *P. aeruginosa*, *C. albicans* e dermatófitos

A Tabela 4 ilustra a freqüência (%) com que *Staphylococcus* coagulase (+), *P. aeruginosa*, *C. albicans* e dermatófitos estiveram presentes nas amostras de água, areia úmida e areia seca considerando-se as 12 campanhas de amostragem realizadas na Praia de Gonzaguinha – São Vicente, Boqueirão – Santos e Pitangueiras - Guarujá em 2009.

Tabela 4 - Freqüência (%) de *Staphylococcus* coagulase (+), *P. aeruginosa*, *C. albicans* e dermatófitos nas amostras de água, areia úmida e areia seca na Praia de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) em 2009.

Praias	Água				Areia úmida				Areia seca			
	<i>Staphylococcus</i> coagulase + (%)	<i>P. aeruginosa</i> (%)	<i>C. albicans</i> (%)	dermatófitos (%)	<i>Staphylococcus</i> coagulase + (%)	<i>P. aeruginosa</i> (%)	<i>C. albicans</i> (%)	dermatófitos (%)	<i>Staphylococcus</i> coagulase + (%)	<i>P. aeruginosa</i> (%)	<i>C. albicans</i> (%)	dermatófitos (%)
Gonzaguinha	41,7	100,0	54,5	0,0	25,0	58,3	0,0	16,7	41,7	66,7	0,0	25,0
Boqueirão	25,0	83,3	9,1	0,0	25,0	75,0	0,0	16,7	33,3	83,3	0,0	16,7
Pitangueiras	33,3	83,3	0,0	0,0	16,7	41,7	0,0	16,7	33,3	83,3	0,0	8,3

Na praia do Gonzaguinha, *P. aeruginosa* esteve presente em todas as amostras de água analisadas, *Staphylococcus* coagulase (+) esteve presente em 41,7% e *C. albicans* em 54,5%. Nas amostras de água analisadas da praia do Boqueirão, *P. aeruginosa* teve freqüência de 83,3%, *Staphylococcus* coagulase (+) em 25% e *C. albicans* em 9,1% e nas amostras analisadas da praia de

Pitangueiras, verificou-se presença de *P. aeruginosa* em 83,3%, *Staphylococcus* coagulase (+) em 33,3% e ausência de *C. albicans*. Observou-se ausência de dermatófitos nas amostras de água coletadas das três praias analisadas.

Nas amostras de areia úmida provenientes da praia do Gonzaguinha a presença de *P. aeruginosa* foi verificada em 58,3% das amostras analisadas, enquanto que para *Staphylococcus* coagulase (+) foi de 25% e dermatófitos de 16,7%. Para as amostras da praia do Boqueirão a frequência observada de *P. aeruginosa* foi de 75%, para *Staphylococcus* coagulase (+) de 25% e dermatófitos de 16,7%. Nas amostras da praia de Pitangueiras, *P. aeruginosa* esteve presente em 41,7%, *Staphylococcus* coagulase (+) em 16,7% e dermatófitos em 16,7%. Não foi verificada a presença de *C. albicans* nas amostras de areia úmida das três praias estudadas.

As amostras de areia seca oriundas da praia de Gonzaguinha exibiram frequência de ocorrência de *P. aeruginosa*, *Staphylococcus* coagulase (+) e dermatófitos de 66,7%, 41,7% e 25%, respectivamente. Na praia do Boqueirão a ocorrência de *P. aeruginosa* foi de 83,3%, de *Staphylococcus* coagulase (+) de 33,3% e dermatófitos de 16,7%. Em Pitangueiras as amostras de areia seca exibiram a presença de *P. aeruginosa* em 83,3%, de *Staphylococcus* coagulase (+) de 33,3% e de dermatófitos de 8,3%. Não foi detectada a presença de *C. albicans* em nenhuma das amostras de areia seca analisadas dessas praias.

A Tabela 5 apresenta os valores mínimos, máximos e a média geométrica da densidade de *Staphylococcus* coagulase (+) e *P. aeruginosa* na água, areia úmida e areia seca na praia de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá).

Tabela 5 - Valores mínimos, máximos e média geométrica da densidade de *Staphylococcus coagulase* (+) e *P. aeruginosa* na água, areia úmida e areia seca da praia de Gonzaguinha (São Vicente), Boqueirão (Santos) e Pitangueiras (Guarujá) de janeiro a dezembro de 2009.

Praias	Água (UFC/100 ml)						Areia úmida (NMP/100 g)						Areia seca (NMP/100 g)					
	<i>Staphylococcus coagulase</i> (+)			<i>P. aeruginosa</i>			<i>Staphylococcus coagulase</i> (+)			<i>P. aeruginosa</i>			<i>Staphylococcus coagulase</i> (+)			<i>P. aeruginosa</i>		
	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG	Mínimo	Máximo	MG
Gonzaguinha	1	700	5,5	1	23	9,4	1	2300	3,6	1	140	8,8	1	1200	9,9	1	700	21,0
Boqueirão	1	100	2,3	1	28	4,6	1	40	2,2	1	130	17,4	1	17000	5,2	1	9400	69,1
Pitangueiras	1	20	1,9	1	44	2,8	1	20	1,6	1	78	4,3	1	7000	9,8	1	3300	86,6

MG = média geométrica

Nas amostras de água da praia de Gonzaguinha a concentração de *P. aeruginosa* variou de 1 a 23 UFC/100 mL e média geométrica de 9,4 UFC/100 mL e de *Staphylococcus coagulase* (+) a faixa de concentração esteve entre 1 e $7,0 \times 10^2$ UFC/mL e média geométrica de 5,5 UFC/100 mL. Para a praia do Boqueirão verificou-se concentração de *P. aeruginosa* na faixa de 1 a 28 UFC/100 mL e média geométrica de 4,6 UFC/100 mL e de *Staphylococcus coagulase* (+) a concentração variou de 1 a $1,0 \times 10^2$ UFC/100 mL e média geométrica de 2,3 UFC/100 mL. A praia de Pitangueiras apresentou concentração de *P. aeruginosa* entre 1 e 44 UFC/100 mL com média geométrica de 2,8 UFC/100 mL e de *Staphylococcus coagulase* (+) entre 1 a 20 UFC/100 mL e média geométrica de 1,9 UFC/100 mL.

Na praia de Gonzaguinha as amostras de areia úmida exibiram concentração de *P. aeruginosa* variando de 1 a $1,4 \times 10^2$ NMP/100g com média geométrica de 8,8 NMP/100g e de *Staphylococcus coagulase* (+) entre 1 e $2,3 \times 10^3$ NMP/100g

e média geométrica de 3,6 NMP/100g. Para a praia de Boqueirão foram observadas concentrações de *P. aeruginosa* entre 1 e $1,3 \times 10^2$ NMP/100g e média geométrica de 17,4 NMP/100g e de *Staphylococcus* coagulase (+) foram encontradas concentrações de 1 a 40 NMP/100g e média geométrica de 2,2 NMP/100g. A praia de Pitangueiras apresentou concentração de *P. aeruginosa* variando de 1 a 78 NMP/ 100g e média geométrica de 4,3 NMP/100g e de *Staphylococcus* coagulase (+) entre 1 e 20 NMP/100g e média geométrica de 1,6 NMP/100g.

A praia de Gonzaguinha apresentou, na areia seca, as concentrações observadas para *P. aeruginosa* foram de 1 a $7,0 \times 10^2$ NMP/100g e média geométrica de 21 NMP/100g e de *Staphylococcus* coagulase (+) foi de 1 a $1,2 \times 10^3$ NMP/100g e média geométrica de 9,9 NMP/100g. Para a praia do Boqueirão foram encontradas concentrações de *P.aeruginosa* entre 1 a $9,4 \times 10^3$ NMP/100g e média geométrica de 69 NMP/100g e para *Staphylococcus* coagulase (+) as concentrações estiveram entre 1 e $1,7 \times 10^4$ NMP/100g e média geométrica de 5,2 NMP/100g e a praia de Pitangueiras exibiu concentrações de *P. aeruginosa* variando de 1 a $3,3 \times 10^3$ NMP/100g e média geométrica de 86,6 NMP/100g e de *Staphylococcus* coagulase (+) entre 1 e $7,0 \times 10^3$ NMP/100g e média geométrica de 9,8 NMP/100g.

As amostras de água da praia de Gonzaguinha apresentaram as maiores médias geométricas para *P. aeruginosa* e *Staphylococcus* coagulase (+) em comparação com as amostras das outras duas praias. Nas amostras de areia úmida a média geométrica de *P. aeruginosa* foi maior na praia do Boqueirão e de *Staphylococcus* coagulase (+) foi maior na praia do Gonzaguinha. Nas amostras de areia seca a média geométrica de *P. aeruginosa* foi maior na praia de Pitangueiras e de *Staphylococcus* coagulase (+) foi maior na praia de Gonzaguinha.

Em Gonzaguinha, como aponta a Figura 10, *Staphylococcus coagulase (+)* não foi detectado em nenhuma das matrizes nas campanhas de maio, julho e outubro. Em janeiro, fevereiro, março e junho a densidade foi maior nas amostras de areia seca. Em abril e agosto a bactéria só foi detectada nas amostras de água; em setembro somente nas de areia úmida e em dezembro somente nas de areia seca. Em novembro foi observada nas amostras de água e nas de areia úmida. As densidades de *P. aeruginosa* foram maiores nas amostras de areia seca, seguidas pelas de areia úmida e depois pelas de água nas campanhas de janeiro, fevereiro, agosto e novembro. Em março e junho detectou-se somente nas amostras de água e em setembro somente nas de areia úmida. Em abril a densidade nas amostras de areia úmida foi maior que nas de água e nas de areia seca. Em julho, outubro e dezembro foi detectada na água e na areia seca, exibindo densidades maiores nas amostras de areia seca e, em maio foi detectada nas amostras de água e nas de areia úmida, sendo a densidade maior na areia úmida.

Como ilustra a Figura 11, na praia do Boqueirão, *Staphylococcus coagulase (+)* não foi detectado em nenhuma das 3 matrizes nos meses de abril, junho, julho, setembro e dezembro. As maiores densidades foram observadas em novembro e este foi o único mês em que a bactéria foi detectada nas 3 matrizes. Em março, agosto e outubro essa bactéria só foi detectada nas amostras de areia seca, em fevereiro somente nas de areia úmida, em maio somente nas amostras de água e, em janeiro nas de água e areia úmida. *P. aeruginosa*, em abril, maio, julho, agosto e dezembro apresentou maiores densidades nas amostras de areia seca, seguida pelas de areia úmida e pela água. Em janeiro, outubro e novembro a densidade foi maior na areia úmida e no mês de fevereiro foi maior na água. Nos meses de março e setembro não foi detectada nas amostras de areia úmida, sendo observada densidade maior nas de areia seca. Não foi observada presença da referida bactéria no mês de junho.

Na praia de Pitangueiras, conforme Figura 12, *Staphylococcus coagulase* (+) não foi detectado em nenhuma das amostras avaliadas nos meses de abril, agosto, setembro e outubro. Foi detectada nas amostras de água nos meses de junho e dezembro; nas amostras de areia úmida nos meses de janeiro e maio e nas de areia seca nos meses de fevereiro e julho. Em março e novembro foi detectada nas amostras de água e nas de areia seca, exibindo densidade maior na areia seca. *P. aeruginosa* não foi encontrada em nenhuma das 3 matrizes avaliadas no mês de junho. Em janeiro foi detectada nas amostras de água e nos meses de maio e novembro foi encontrada nas amostras de areia seca. Em fevereiro, março e setembro foi detectada nas amostras de água e nas de areia seca, sendo que em fevereiro a densidade foi maior na água. Em julho e agosto foi encontrada nas amostras de areia úmida e de areia seca e em abril, outubro e dezembro foi detectada nas 3 matrizes analisadas, com densidade maior nas amostras de areia seca, seguida pelas de areia úmida e pelas amostras de água.

Figura 10 - Concentração dos *Staphylococcus coagulase (+)* e *P. aeruginosa* no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Gonzaguinha (São Vicente).

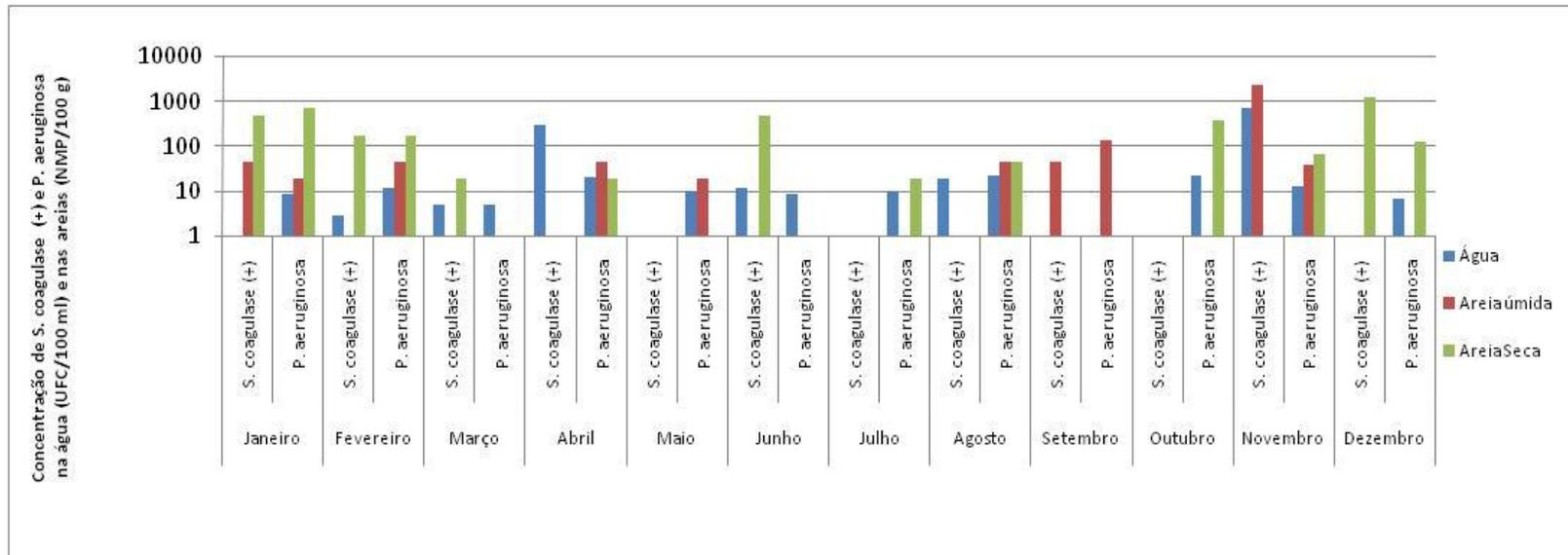


Figura 11 – Concentração dos *Staphylococcus coagulase (+)* e *P. aeruginosa* no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Boqueirão (Santos).

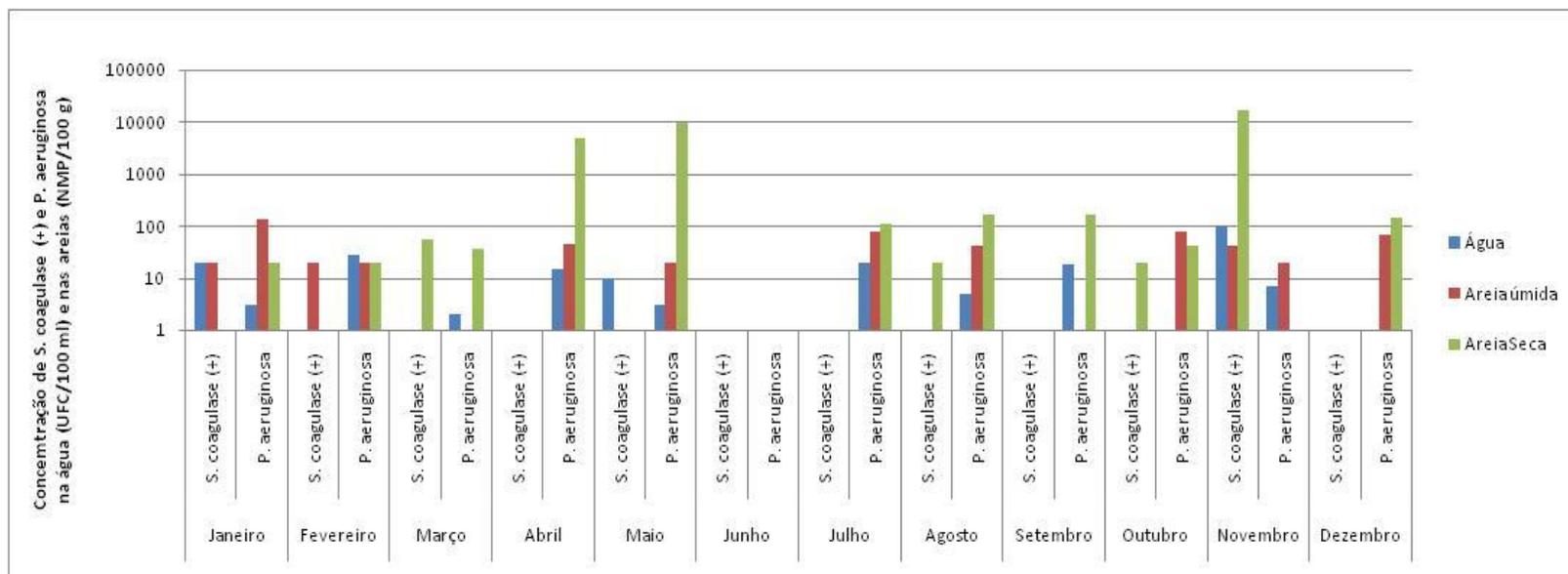
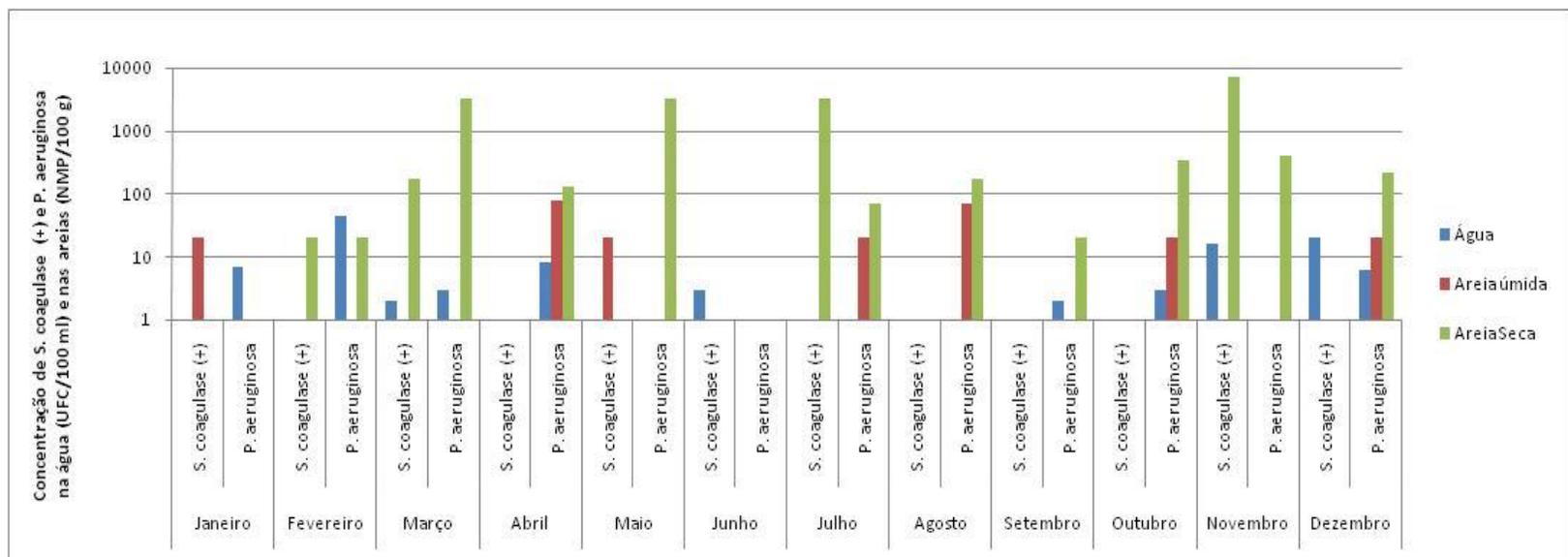


Figura 12 - Concentração dos *Staphylococcus coagulase (+)* e *P. aeruginosa* no período de estudo nas amostras de água, areia úmida e seca na praia de Pitangueiras (Guarujá).



Em Gonzaguinha, *Candida albicans* foi encontrada nas amostras de água de janeiro (1 UFC/500 mL), março (4 UFC/500 mL), junho (1 UFC/500 mL), agosto (1 UFC/500 mL), outubro (2 UFC/500 mL) e novembro (1 UFC/500 mL). Na praia do Boqueirão, *C. albicans* foi detectada na amostra de água do mês de junho (2 UFC/500 mL). Esta levedura não foi detectada nas amostras de água da praia de Pinguieras.

O dermatófito *Microsporum* sp foi encontrado nas amostras de areia úmida coletadas nos meses de setembro e novembro e nas amostras de areia seca de agosto, outubro e dezembro da praia de Gonzaguinha; foi detectado nas amostras de areia úmida de outubro e dezembro e nas amostras de areia seca de agosto e novembro da praia do Boqueirão e nas amostras de areia úmida de outubro e novembro e na amostra de areia seca de dezembro da praia de Pitangueiras.

5.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

O anexo 20 apresenta o resultado do ajuste do *Modelo Linear Geral Multivariado*, além do resultado do teste de significância de cada uma das fontes de variação introduzidas no modelo e seu respectivo nível descritivo, “p”.

Foram significativas as influências do mês, da matriz, da interação entre matriz x praia e matriz x presença de chuva. Há indício de influência significativa também da temperatura da matriz ($p=0,144$) sobre a concentração de microrganismos.

O anexo 21 apresenta os resultados dos testes univariados baseados na estatística F para o fator Mês.

O fator mês influenciou significativamente as concentrações de *E. coli*, *Staphylococcus coagulase (+)* e *Pseudomonas aeruginosa*, havendo forte indício de influência também sobre coliformes termotolerantes, ($p=0,055$). Não foi significativa a influência do mês na concentração de enterococos ($p=0,303$).

As estimativas para o efeito do mês sobre as concentrações de microrganismos estão apresentadas no Anexo 22. Estas foram corrigidas para temperaturas do ar e da matriz em seus valores médios, eliminando assim a influência dessas variáveis como *fatores de confusão*.

O Anexo 23 apresenta os resultados dos testes univariados baseados na estatística F para o fator Matriz.

A matriz influenciou significativamente nas concentrações de coliformes termotolerantes, *E. coli*, enterococos e *Pseudomonas aeruginosa*. Não foi observada influência significativa da matriz sobre a concentração de *Staphylococcus coagulase (+)*.

As estimativas para o efeito da matriz sobre as concentrações de microrganismos estão apresentadas no Anexo 24. Estas foram corrigidas para temperaturas do ar e da matriz em seus valores médios, eliminando assim a influência dessas variáveis como *fatores de confusão*.

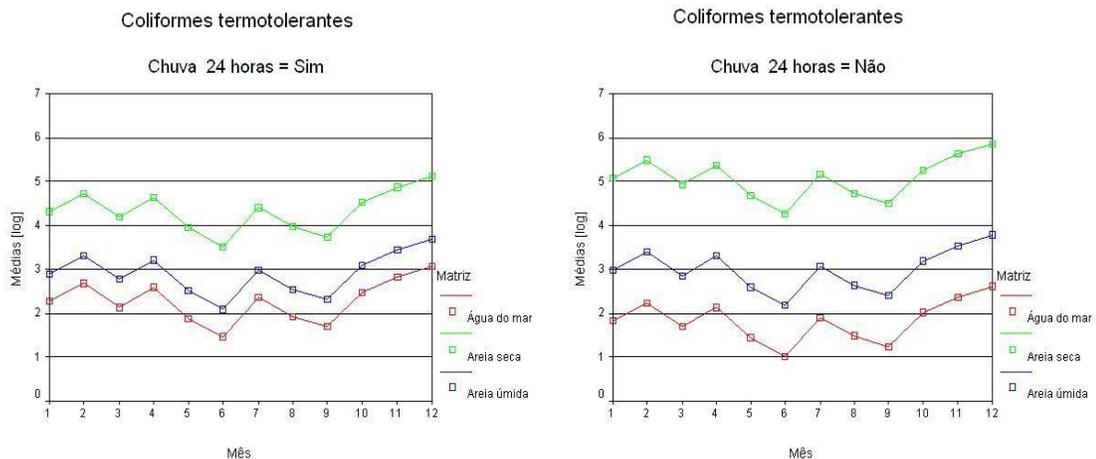
As concentrações de microrganismos foram significativamente superiores na areia seca. A água do mar e areia úmida apresentaram concentrações que podem ser consideradas equivalentes. A interação praia x matriz também foi

significativa. No Anexo 25 constam os valores médios observados para essa interação.

Constatou-se que o comportamento dos coliformes termotolerantes nas diferentes matrizes é similar (mesmo perfil observado nas curvas) nas três praias; sendo as maiores concentrações observadas na areia seca, seguida pela areia úmida e pela água do mar. A diferenciação ficou por conta da praia de Pitangueiras, no Guarujá, na qual a concentração de coliformes termotolerantes foi bastante superior às observadas na água do mar e na areia úmida.

A influência do evento de chuva nas 24 horas que antecederam a coleta foi pesquisada e o impacto desse evento sobre coliforme termotolerante está apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Influência da chuva nas concentrações de coliformes termotolerantes nas matrizes.

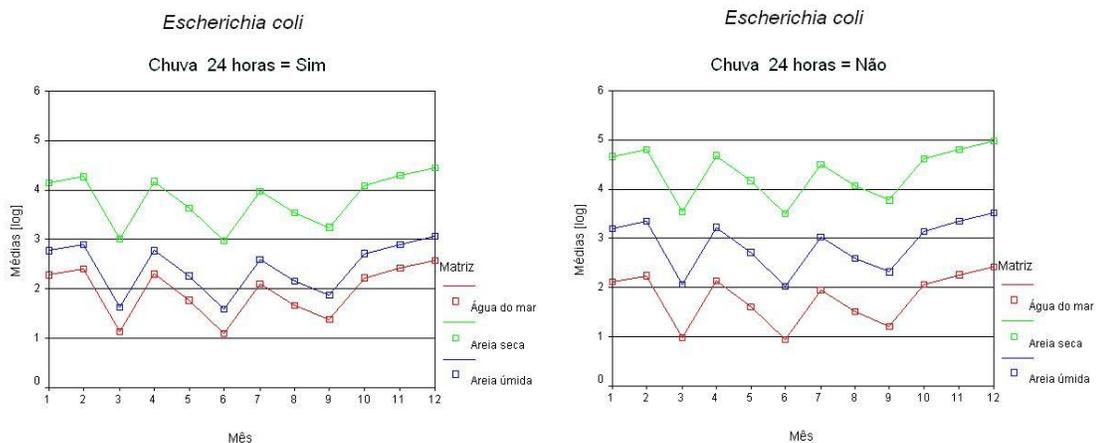


O efeito da chuva sobre a concentração de coliformes termotolerantes foi percebido na redução observada na areia seca e o aumento na água do mar, apontando para o carregamento de uma matriz para a outra. A influência sobre a areia úmida foi insignificante.

Constatou-se que o comportamento de *E. coli* nas diferentes matrizes foi similar (mesmo perfil observado nas curvas) nas três praias; sendo as maiores quantidades observadas na areia seca, seguida pela areia úmida e pela água do mar. A diferenciação ficou por conta da praia de Pitangueiras, no Guarujá, na qual a concentração de *E. coli* foi bastante superior às observadas na água do mar e na areia úmida.

A influência do evento de chuva nas 24 horas que antecederam a coleta foi pesquisada e o impacto desse evento sobre o *E. coli* está apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Influência da chuva nas concentrações de *E. coli* nas matrizes.

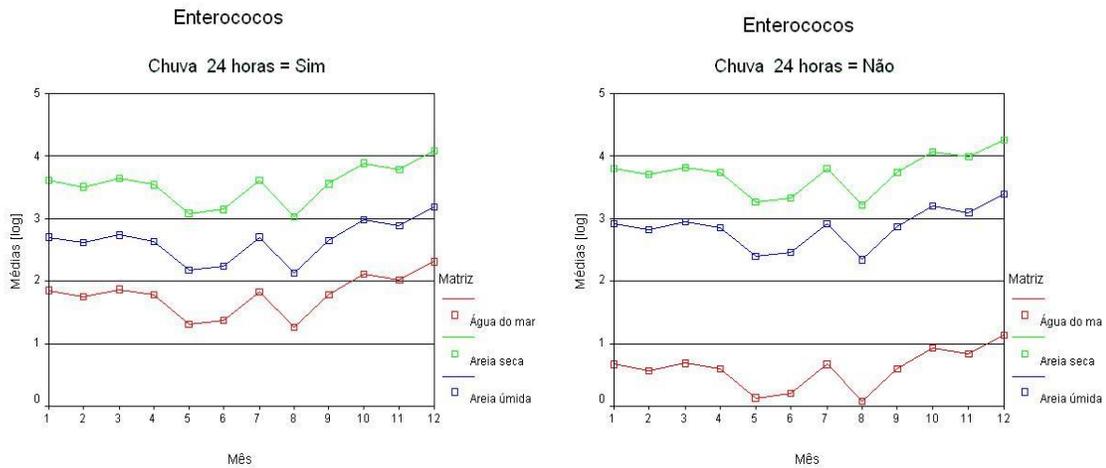


O efeito da chuva sobre a concentração de *E. coli* foi percebido na redução observada na areia seca e o aumento na água do mar, apontando para o carregamento de uma matriz para a outra. A influência sobre a areia úmida foi insignificante.

O comportamento do enterococos nas diferentes matrizes foi similar (mesmo perfil observado nas curvas) nas três praias; sendo as maiores concentrações observadas na areia seca, seguida pela areia úmida e pela água do mar. A diferenciação ficou por conta da praia de Pitangueiras, no Guarujá, na qual a concentração de enterococos foi bastante superior às observadas na água do mar e na areia úmida, que ficaram muito próximas nas outras praias.

A influência do evento de chuva nas 24 horas que antecederam a coleta foi pesquisada e o impacto desse evento sobre o enterococos está apresentado na Figura 15.

Figura 15 - Influência da chuva nas concentrações de enterococos nas matrizes.

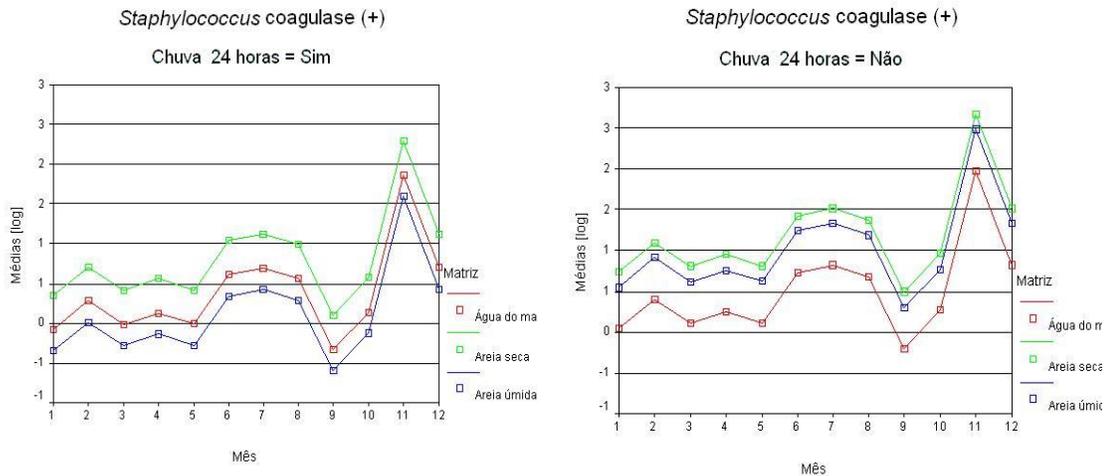


O efeito da chuva sobre a concentração de enterococos nas matrizes foi significativo somente para a água do mar, que teve significativo aumento. Uma pequena redução foi observada na areia seca.

O comportamento do *Staphylococcus coagulase (+)* nas diferentes matrizes foi similar (mesmo perfil observado nas curvas) nas três praias; sendo as maiores concentrações observadas na areia seca, seguida pela areia úmida e pela água do mar. A diferenciação ficou por conta da praia de Pitangueiras, no Guarujá, na qual a concentração de *Staphylococcus coagulase (+)* foi bastante superior às observadas na água do mar e na areia úmida, que ficaram muito próximas nas outras praias.

A influência do evento de chuva nas 24 horas que antecederam a coleta foi pesquisada e o impacto desse evento sobre o *Staphylococcus coagulase (+)* está apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Influência da chuva nas concentrações de *Staphylococcus coagulase (+)* nas matrizes.

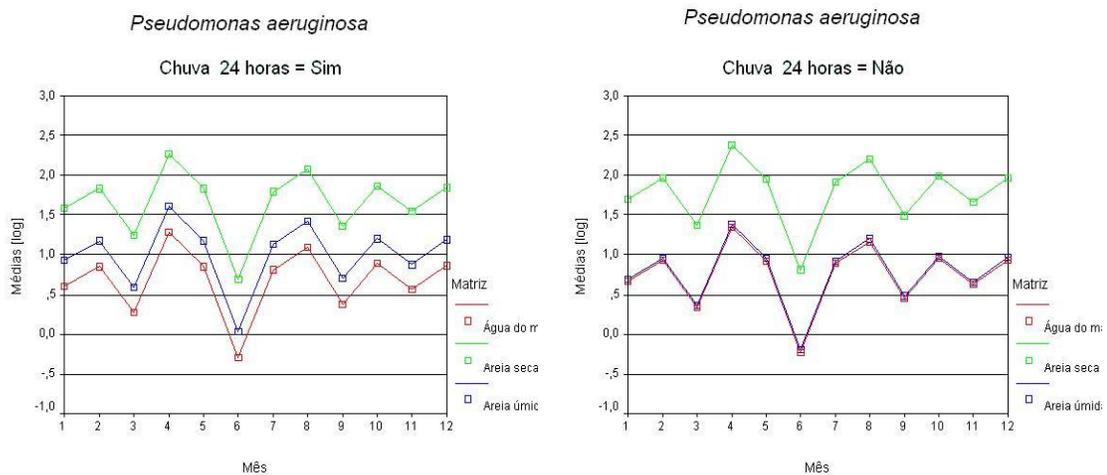


Para o *Staphylococcus coagulase (+)* a chuva levou a redução da concentração desse microrganismo na areia úmida. A concentração também se mantém constante na água do mar e tem pequena redução na areia seca.

As concentrações de *Pseudomonas aeruginosa* foram equivalentes nas matrizes água do mar e areia úmida nas praias de Pitangueiras e Gonzaguinha. Na praia de Boqueirão houve diferenciação seguindo o padrão usual de concentração desse microrganismo.

A influência do evento de chuva nas 24 horas que antecederam a coleta foi pesquisada e o impacto desse evento sobre o *Pseudomonas aeruginosa* está apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Influência da chuva nas concentrações de *Pseudomonas aeruginosa* nas matrizes.



Para a *Pseudomonas aeruginosa* a chuva levou a uma redução das concentrações na areia seca e ao aumento das concentrações na areia úmida, que sem a chuva tem nível igual ao da água do mar.

No Anexo 26 são apresentadas as estimativas dos efeitos da chuva nas concentrações de microrganismos nas diferentes matrizes. Resumidamente, o comportamento das quantidades de microrganismos nas matrizes é de maior concentração na areia seca, independentemente do evento de chuva, seguido pela areia úmida e as menores concentrações são observadas na água do mar. Quando há evento de chuva o comportamento geral é de transferência dos microrganismos da areia seca para a areia úmida e para a água do mar.

6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a frequência dos indicadores de contaminação fecal nas amostras tanto de água quanto de areia úmida e seca analisadas foi elevada, sendo sua presença nestas matrizes superior a 95%, com positividade maior nas amostras de areia seca. Vale ressaltar que as amostras de areia úmida examinadas apresentaram 100% de positividade para coliformes termotolerantes e as amostras de areia seca apresentaram 100% de positividade para os 3 indicadores de contaminação fecal avaliados. Considerando-se as amostras de água, areia úmida e areia seca, observou-se que a praia de Gonzaguinha apresentou maior frequência da presença desses microrganismos, seguida pela praia do Boqueirão. A praia de Pitangueiras exibiu menor frequência.

As concentrações obtidas das três bactérias indicadoras de poluição fecal foram elevadas nas amostras de água quando comparadas com os critérios de qualidade da Resolução CONAMA 274/2000, pois esses valores atingiram a ordem de 10^3 UFC/100mL. Nas amostras de areia úmida a concentração de coliformes termotolerantes chegou a 10^5 NMP/100g e de *E. coli* e enterococos atingiu 10^6 NMP/100g enquanto que nas amostras de areia seca as concentrações de coliformes termotolerantes e *E. coli* alcançaram a ordem de 10^6 NMP/100g e de enterococos chegou a 10^5 NMP/100g. Esses achados podem ser comparados com os estudos de SANCHEZ et al. (1986), SATO et al. (2005), OLIVEIRA & PINHATA (2008) e CETESB (2010), que pesquisaram esses microrganismos em praias do Estado de São Paulo. SANCHEZ et al. (1986), verificaram, em amostras de água concentrações de coliformes termotolerantes de 10^5 NMP/100mL e enterococos atingindo 10^3 UFC/100mL e nas amostras de areia, coliformes termotolerantes e estreptococos fecais

alcançaram a 10^8 NMP/100g. SATO et al. (2005) encontraram nas amostras de água concentrações de coliformes termotolerantes na ordem de 10^4 UFC/100mL. Para as amostras de areia encontraram concentrações que chegaram a 10^5 NMP/100g nas amostras de areia úmida e de 10^6 NMP/100g nas amostras de areia seca. Para estreptococos fecais as concentrações obtidas foram da ordem de 10^5 NMP/100g nas amostras de areia seca. OLIVEIRA & PINHATA (2008) observaram concentrações de enterococos na ordem de 10^3 NMP/100g em amostras de areia úmida e seca em duas praias de São Vicente/SP. Estudo realizado pela CETESB (CETESB, 2010) apontou concentrações de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos na faixa de 10^3 UFC/100mL nas amostras de água analisadas. Para as amostras de areia úmida as concentrações de coliformes termotolerantes chegaram a 10^6 NMP/100g e de *E. coli* e enterococos alcançaram 10^5 NMP/100g, enquanto que nas amostras de areia seca as concentrações dos três indicadores de contaminação fecal alcançaram 10^6 NMP/100g. No Rio de Janeiro, ALERJ (2006a) observou concentrações de coliformes termotolerantes de 10^4 NMP/50g em amostras de areia de praias banhadas pela Baía de Guanabara. ABAE (2007) verificou concentração de 10^3 NMP/50g de *E. coli* em amostras de areia de praia em Portugal. No sul da Flórida, BONILLA et al. (2007) detectaram, em amostras de água, concentrações de coliformes termotolerantes da ordem de 10^3 UFC/100mL e de *E. coli* e enterococos da ordem de 10^2 UFC/10mL. Em amostras de areia úmida verificaram concentrações de 10^3 UFC/100g, 10^4 UFC/100g e 10^3 UFC/100g de enterococos, coliformes termotolerantes e *E. coli*, respectivamente. Nas amostras de areia seca detectaram concentrações de 10^4 UFC/100g de enterococos e de 10^6 UFC/100g de coliformes termotolerantes e *E. coli*.

Valores orientadores ou valores limites para avaliação da qualidade das areias foram propostos por MENDES et al. (1993), pela Secretaria do Meio Ambiente

do Rio Janeiro (SMAC, 2000), por BOUKAI (2005) e pela ABAE (2007). Estes valores não foram baseados em evidências epidemiológicas, e sim em resultados de análises microbiológicas oriundas de monitoramentos de qualidade de areias para fins de recreação.

Com base nos limites máximos estabelecidos pela Resolução SMAC nº 81/2000 (SMAC, 2000), não é recomendado o contato com areias que possuam concentração superior a 400 NMP/100g de coliformes termotolerantes. Assim sendo, 77,8% das amostras de areia úmida e areia seca das três praias que fizeram parte deste estudo, considerando-se os 12 meses de amostragem, excederam a este limite. A praia de Gonzaguinha teve 83,3% de amostras que excederam a esse limite; a praia do Boqueirão excedeu em 87,5% das amostras e a praia Pitangueiras em 62,5%.

A frequência de *P. aeruginosa* nas três matrizes ambientais foi de 75%, sendo os resultados positivos mais frequentes nas amostras de água. A maior frequência observada na água foi nas amostras da praia de Gonzaguinha. Nas amostras de areia úmida a maior frequência verificada foi na praia do Boqueirão, seguida pelas amostras da praia de Gonzaguinha e de Pitangueiras. As amostras areia seca das praias de Boqueirão e Pitangueiras apresentaram frequências iguais e maiores do que na praia de Gonzaguinha.

As concentrações de *P. aeruginosa* nas amostras de água variaram de <1 a 44 UFC/100 mL, nas amostras de areia úmida chegaram a 10^2 NMP/100g e nas amostras de areia seca alcançaram 10^3 NMP/100g. SANCHEZ et al. (1986) observaram concentrações na ordem de 10^3 UFC/100 mL em amostras de água e 10^7 NMP/100g em amostras de areia, maiores do que as encontradas neste estudo. CETESB (2010) relatou concentrações de *P. aeruginosa* de 10^2 UFC/100 mL nas amostras de água e de 10^5 NMP/100g nas amostras de areia

úmida e seca. Em Gaza, ABDALLAH et al. (2005), verificaram concentrações de *P. aeruginosa* em amostras de areia úmida da ordem de 10^2 UFC/100g, já em estudo realizado por GHINSBERG et al. (1994), foi relatado média geométrica de 19 UFC/100 mL para *P. aeruginosa* em amostras de água e de 53 NMP/g em amostras de areia úmida. Observa-se que há diferenças entre os achados de diversos pesquisadores em relação às concentrações de *P. aeruginosa* tanto em amostras de água quanto de areias úmida e seca.

A pesquisa de *P. aeruginosa* assume relevância em à relação de sua presença em águas recreacionais e pela alta incidência de otite externa em nadadores. Estudos sugerem que a sua presença nas águas esteja relacionada ao homem e aos animais e também a esgotos contaminados. É recomendada sua pesquisa em caráter complementar para a avaliação da qualidade de águas destinadas ao abastecimento público e, principalmente, de águas recreacionais (UNEP, 1995; CETESB, 2001; APHA, 2005).

A freqüência de ocorrência de *Staphylococcus* coagulase (+) nas três matrizes foi de aproximadamente 30%, sendo que a maior freqüência observada foi nas amostras de areia seca. A praia de Gonzaguinha apresentou maior freqüência de *Staphylococcus* coagulase (+) na água e na areia seca. Na areia úmida a freqüência foi igual para as praias de Gonzaguinha e Boqueirão e menor em Pitangueiras.

As concentrações de *Staphylococcus* coagulase (+) encontradas nas amostras de água alcançaram 10^2 UFC/100 mL, nas amostras de areia úmida 10^3 NMP/100g e nas de areia seca atingiram 10^4 NMP/100g. CETESB (2010) relatou concentrações de *Staphylococcus* coagulase (+) na água de 10^3 UFC/100 mL, 10^2 NMP/100g nas amostras de areia úmida e de 10^3 NMP/100g nas de areia seca. GHINSBERG et al. (1994), verificaram em Tel Aviv, média

geométrica de 24 UFC/100 mL de *S. aureus* em amostras de água e de 96 NMP/g em amostras de areia.

PAPADAKIS et al. (1996) correlacionaram a densidade de *S. aureus* com a frequência de banhistas em duas praias e STEWART et al. (2008) observaram que banhistas podem ser fonte de microrganismos em águas, principalmente *S. aureus*. Este microrganismo pode ser usado como um indicador de qualidade adicional no intuito de se prever impactos negativos à saúde dos banhistas, pois há uma forte associação entre a densidade de banhistas e a presença de doenças nos mesmos.

A frequência de *C. albicans* foi de 6,7% considerando-se as três matrizes, sendo encontrada somente nas amostras de água, da praia de Gonzaguinha com maior frequência, e na praia do Boqueirão.

No presente estudo, as concentrações de *C. albicans* observadas nas amostras de água variaram de <1 a 4 UFC/500 mL. SATO et al. (2005) observaram concentrações mais elevadas que as encontradas no presente estudo, as quais alcançaram 10^3 UFC/100g em amostras de areia e SANCHEZ et al. (1986) relataram frequência de 31,6% de *C. albicans* em amostras de areia.

VAZ et al. (2003), em avaliação de areias de escolas e logradouros públicos em Vitória/ES, encontraram valores de *C. albicans* acima de 10^3 UFC/100g em amostras de areia seca. CETESB (2010), em 17 campanhas de amostragem, detectou uma amostra positiva para *C. albicans* na areia úmida da praia de Tenório em Ubatuba, com concentração de 50 UFC/100g. GHINSBERG et al. (1994) detectaram, em Tel Aviv, média geométrica da concentração de 2 UFC/100 mL de *C. albicans* nas amostras de água e nas amostras de areia

úmida de 14 NMP/g. ABAE (2007) verificou 30 UFC/g de *C. albicans* em amostras de areia de praia de Portugal.

Conforme VOGEL et al. (2007), espécies de *Candida* são predominantes em áreas com águas ricas em matéria orgânica e contaminação de efluentes industriais e domésticos. A presença de leveduras do gênero *Candida* pode servir como indicadora de contaminação fecal em áreas recreacionais, fato também sugerido por RIBEIRO et al. (2002). Vale lembrar que PAPADAKIS et al. (1997) encontraram correlação significativa entre o número de nadadores e a presença de leveduras de origem humana.

A frequência de dermatófitos foi de 11%, sendo observados somente nas amostras de areia, com positividade igual nas amostras de areia úmida e seca, presentes nas três praias, sendo mais frequentes nas amostras de areia seca da praia de Gonzaguinha e menos freqüente nas amostras de areia úmida da praia de Pitangueiras.

Relatos de ROGERS & BENEKE (1964) apud GOULART et al. (1986) mostraram que foram isolados os dermatófitos *M. gypseum* e *M. cookei* de areias de uma praia do município de Santos e MERCANTINI et al. (1989) isolaram *M. gypseum* e *T. terrestre* de zonas costeiras na Antártica. Em um estudo realizado em Portugal por SOUSSA (1990) apud WHO (2003), foram encontrados dermatófitos em 42% das amostras de areia seca com presença de resíduos orgânicos. Dentre eles, as espécies mais comumente isoladas foram *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum* e *Microsporum nanum*. Na Europa nos anos 2000 e 2008 monitoramentos da qualidade das águas e areias realizados pela ABAE apontaram presença de dermatófitos na água, areia úmida e areia seca, sendo isolados *Trichophyton* sp e *Microsporum* sp (ABAE 2001; ABAE, 2008). DESHMUK (2004) detectou os dermatófitos *M. gypseum*,

T. terrestre e *T. mentagrophytes* em amostras de solo de áreas costeiras da Índia. O autor sugeriu que a adaptação a essas áreas se deve à tolerância desses organismos à salinidade. GIUDICE (2008) investigou a taxa de recuperação de dermatófitos utilizando a Técnica da Isca de Cabelo. Para isso, analisou 692 amostras de solo das 5 regiões do Brasil e obteve taxa de recuperação de 19,2%. No Estado de São Paulo foram analisadas 76 amostras, sendo 34 positivas para dermatófitos, apresentando taxa de recuperação de 44,7%.

SANCHEZ et al. (1986) não detectaram dermatófitos em 342 amostras examinadas de águas e areias de praias da Baixada Santista em São Paulo em estudo realizado em 1984 – 1985. Mesmos resultados foram obtidos por GOULART et al. (1986) que não isolaram dermatófitos das areias de praias do município do Rio de Janeiro e de CODINACHS et al. (1988) que verificaram ausência de dermatófitos em estudo realizado em areia de praias de Barcelona.

Conforme WHO (2003) os fungos são frequentemente encontrados na areia e podem sobreviver por mais tempo que as bactérias entéricas pela capacidade de formação de estruturas de resistência. ANDERSON (1979) apud WHO (2003) inoculou propágulos de 4 fungos (*Trichosporum cutaneum*, *C. albicans*, *M. gypseum* e *T. mentagrophytes*) em areia não estéril. Estes fungos sobreviveram por mais de um mês. Em estudo similar de CARRILLO-MUÑOZ et al. (1990) apud WHO (2003) 5 espécies de dermatófitos (*Epidermophyton floccosum*, *M. canis*, *M. gypseum*, *T. mentagrophytes* e *T. rubrum*) e *Scopulariopsis brevicaulis* sobreviveram de 25 a 360 dias. Segundo MENDES et al. (1998), a presença e os níveis de fungos estão relacionados com a disponibilidade de resíduos/detrítos deixados pelos banhistas e/ou outros ou também pela influência das marés.

A técnica utilizada para o isolamento de dermatófitos nesse estudo foi a Técnica de inoculação em superfície e não foram detectados dermatófitos nas amostras de água e de areia. A razão para o insucesso no isolamento desses organismos pode ser consequência da falta de fonte de queratina para o crescimento desses fungos. Concomitantemente, foi realizada a Técnica da Isca de Cabelo, com crina de cavalo como fonte de queratina, somente nas amostras de areia úmida e seca. Com a utilização desta técnica foram obtidas 12 amostras positivas (12/72) para *Microsporum* sp, sendo seis nas amostras de areia úmida e seis nas de areia seca. Nas amostras de areia úmida a frequência foi igual para as três praias, ou seja, duas amostras positivas em cada praia. Já nas amostras de areia seca a frequência foi maior na praia de Gonzaguinha, com três amostras positivas, seguida da praia de Boqueirão exibindo duas amostras positivas e pela praia de Pitangueiras apresentando uma amostra positiva.

Outro fato que poderia explicar a baixa frequência no isolamento de dermatófitos seria que a grande diversidade de fungos presentes e com taxas de crescimento maiores possa ter interferido no desenvolvimento dos dermatófitos ou mesmo minimizar a sua visualização nas placas de Petri contendo os meios Ágar Mycosel e Ágar Sabouraud, e assim prejudicando a análise macroscópica das colônias cuja realização é de extrema importância para a identificação desses fungos.

Em síntese, considerando-se os indicadores de contaminação fecal, *Staphylococcus* coagulase (+) e *P. aeruginosa*, as maiores concentrações foram encontradas nas amostras de areia seca. As maiores concentrações dos indicadores de contaminação fecal foram observadas nas amostras de areia seca da praia de Pitangueiras. Já para *Staphylococcus* coagulase (+) e *P. aeruginosa*, as maiores concentrações foram observadas na areia seca da praia de Boqueirão. Quanto às médias geométricas, todas foram maiores nas

amostras de areia seca. Os maiores valores foram observados nas amostras de areia seca da praia de Pitangueiras para os indicadores de contaminação fecal e *P. aeruginosa*. A maior média geométrica de *Staphylococcus* coagulase (+) foi observada na areia seca da praia de Gonzaguinha.

Através da análise estatística dos resultados foi possível observar que os microrganismos coliformes termotolerantes, *E. coli*, enterococos e *Staphylococcus* coagulase (+) tiveram comportamento similar nas três matrizes e nas três praias, com maiores concentrações observadas nas amostras de areia seca, seguida pelas de areia úmida e depois pelas amostras de água. A matriz influenciou significativamente as concentrações de coliformes termotolerantes, *E. coli*, enterococos e *P. aeruginosa*, não sendo observada influência da matriz sobre a concentração de *Staphylococcus* coagulase (+). Com relação ao efeito das chuvas, as concentrações de coliformes termotolerantes e *E. coli* apresentaram redução nas amostras de areia seca e aumento nas amostras de água, apontando para o carreamento de um meio para o outro, sendo a influência sobre as amostras de areia úmida insignificante. No caso da concentração de enterococos, o efeito das chuvas só foi significativo nas amostras de água. As concentrações de *Staphylococcus* coagulase (+) apresentaram redução nas amostras de areia úmida com a ocorrência de chuvas, mantendo-se constante nas amostras de água, com pequena redução nas amostras de areia seca. Com a chuva ocorreu redução nas concentrações de *P. aeruginosa* nas amostras de areia seca e aumento nas amostras de areia úmida, que sem chuva tem nível igual ao do mar.

A presença de esgotos sem tratamento nos cursos d'água afluentes às praias interferem negativamente nas condições de balneabilidade e a ocorrência de chuva agrava esse processo por carrear os esgotos com maior velocidade ao

mar. Além disso, as chuvas, através do escoamento superficial, levam às praias dejetos e detritos presentes neste, podendo contaminar também as areias.

Na maioria das campanhas realizadas nesse estudo, as bactérias seguiram a ordem de concentração areia seca maior que areia úmida maior que água, evidenciando a influência das atividades humanas e da presença de animais sobre a qualidade das areias secas.

As praias de Boqueirão e de Pitangueiras geralmente apresentaram concentrações dos microrganismos pesquisados maiores nas amostras de areia seca, seguida pelas de úmida e menores concentrações nas amostras de água. A praia de Gonzaguinha não apresentou esse cenário algumas vezes porque a concentração de microrganismos na água é, geralmente, alta. Fato que vem sendo demonstrado claramente e ao longo do tempo através do Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas, realizado pela CETESB, que aponta o comprometimento contínuo da qualidade microbiológica dessas águas para fins de recreação.

A praia de Pitangueiras apresentou as maiores médias geométricas dos indicadores de contaminação fecal e *P. aeruginosa* para as amostras de areia seca quando comparada com as outras duas praias avaliadas; particularidade que pode ser relacionada às estruturas presentes no local, como centros comerciais, banheiros públicos, praça pública, entre outros, que propiciam ambiente favorável à permanência de moradores de rua no local, além de grande concentração da população flutuante em feriados e período de férias escolares.

Os pontos de amostragem escolhidos para este trabalho, assim como os 155 pontos de monitoramento do Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas

realizado pela CETESB, não ficam próximos a cursos d'água afluentes às praias. Os cursos d'água ou "línguas negras" afluentes às praias recebem, geralmente, despejo de esgotos domésticos sem tratamento. Dessa forma, os mesmos podem não influenciar diretamente a qualidade microbiológica das areias, porém, segundo BONILLA et al. (2007), uma pelota fecal pode influenciar significativamente a concentração de indicadores fecais em uma área de 3 m² em praias não impactadas e o movimento das pessoas na praia também pode contribuir para a dispersão de bactérias indicadoras de contaminação fecal e em sua distribuição na areia. Em áreas de alto tráfego, partículas do tamanho de bactérias foram translocadas em média 1,6 metros em apenas 4 horas. Assim, o trânsito de pessoas nas areias, passando pelos cursos d'água, principalmente em períodos de grande lotação de banhistas na praia, pode ter influenciado qualitativa e quantitativamente a qualidade das areias.

Embora estatisticamente a água e a areia úmida tenham apresentado concentrações de microrganismos que podem ser consideradas equivalentes, muitas vezes os resultados brutos observados na areia úmida foram consideravelmente superiores aos da água, nas três praias e nos 12 meses. Por isso, a análise da água não substitui a análise da areia úmida e esta não deve ser dispensada, principalmente porque a faixa de areia úmida é o local preferido pelas crianças, as quais fazem parte do grupo suscetível à manifestação de doenças dentre os frequentadores das praias.

É importante comentar que praias com água imprópria para banho em grande parte do tempo, como a praia de Gonzaguinha, não necessariamente terão areia seca com condições sanitárias insatisfatórias; e que praias com águas geralmente próprias para a recreação de contato primário, como a praia de Pitangueiras, podem ter areias com altos níveis de contaminação

microbiológica. Fato que indica que a qualidade da água não necessariamente influencia a qualidade da areia seca e o inverso também pode não acontecer, sendo que as fontes de poluição da areia seca podem ter origem diversa. HARTZ et al. (2008) afirma que bactérias indicadoras de contaminação fecal podem ser levadas da areia para as águas durante eventos climáticos e de marés, podendo a água receber consideráveis concentrações de microrganismos. De acordo com YAMAHARA et al. (2009), as fontes de *E. coli* e enterococos nas areias são frequentemente incertas. Em alguns casos, esses organismos podem ser originados de fontes exógenas, como fezes de animais, escoamento ou derrame de esgotos. Em outros casos, onde uma fonte exógena não possa ser facilmente identificada, pode-se sugerir que sejam provenientes de “populações indígenas” que vivem e crescem nas areias. Assim, uma avaliação mais aprofundada sobre as fontes de contaminação das areias seria importante para esclarecer a origem e a permanência dos microrganismos nesta matriz.

Segundo YAMAHARA et al. (2009), enterococos podem se multiplicar em areias de praias em condições favoráveis e a água do mar, quando molha a areia, estimula a multiplicação destes organismos. U.S.EPA (1999) apud BONILLA et al. (2007) pontua que a grande área superficial dos grãos de areia e os microhabitats dentro das fendas entre os grãos fornecem aos microrganismos ambiente potencialmente adequado para crescimento e/ou manutenção da sobrevivência; além disso, bactérias indicadoras de poluição fecal podem persistir e multiplicar-se em solos tropicais e areias. WHO (2003) relata que a sobrevivência de bactérias entéricas na areia seca pode ser de curta duração porque estas podem ser destruídas por pressões ambientais; porém na areia úmida a sobrevivência é relevante porque esta é enriquecida por substâncias orgânicas que promovem ambiente favorável, fazendo com que as bactérias sobrevivam mais tempo aí do que na água. WHITMAN et al. (2003), concluíram,

após algumas análises estatísticas e técnicas moleculares, que *E. coli* é capaz de manter sua concentração na areia de praias de clima temperado durante os meses de verão, sem entrada de fontes de contaminação externa. Devido à alta concentração de matéria orgânica nos detritos e silte associada com a areia, essas bactérias podem manter-se nestes ambientes por longos períodos. Os mecanismos pelos quais essas bactérias preenchem as areias das praias é mal compreendido. Muitas pesquisas realizadas em áreas tropicais apontam que bactérias indicadoras, como *E. coli* e enterococos, podem persistir em ambientes naturais, como solo, água e plantas. Em estudo realizado por HARTZ et al. (2008), *E. coli* e enterococos exibiram aumento da sobrevivência e crescimento na areia em comparação a água do mar. Verificaram também que em condições controladas de laboratório as bactérias fecais são capazes de se replicarem, fato que pode ser explicado porque na areia estão mais protegidas da radiação solar, da alta salinidade e têm melhor acesso a nutrientes. Segundo WHO (2003) vários são os fatores que contribuem para a sobrevivência e dispersão das bactérias nas areias, como tipo de praia, fenômenos de maré, presença de animais nas areias e número de banhistas, entre outros.

É importante ressaltar que diariamente é realizada a limpeza manual e mecânica das areias das praias dos municípios de São Vicente, Santos e Guarujá. Nos trabalhos realizados pela ABAE (2001; 2002; 2007; 2008), pela SMAC (2000), por MENDES et al. (1993), por WHO (2003), por BOUKAI (2005) e por ANDRAUS (2006) é recomendada a limpeza da faixa de areia seca, removendo os resíduos deixados pelos usuários, assim como o revolvimento da mesma para arejar e expor os grãos de areia aos raios solares. Esses atos influenciam positivamente na qualidade das areias das praias. Vale ressaltar que os métodos de limpeza das areias recomendados pelos autores foram somente a limpeza manual e mecânica. Conforme OMS (WHO, 2003) há casos em que são aplicados desinfetantes químicos nas areias sem considerar sua

eficiência e sem que sejam avaliados seus efeitos tóxicos. Segundo o Conselho de Superior de Higiene Pública da França não há evidências que demonstrem a necessidade de desinfecção das areias e que simples métodos como a limpeza manual e a aeração juntamente com a prevenção da presença de animais nessas áreas são suficientes.

Quanto aos microrganismos pesquisados na água e nas areias de praias deste trabalho, os indicadores coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos apresentam técnicas de análise fáceis, com custo razoável e tempo de resposta relativamente rápido. Dentre os três, os enterococos são os mais utilizados para a avaliação de águas recreacionais marinhas, pois sua resistência a salinidade é maior em relação aos outros indicadores. Além disso, estudos epidemiológicos apontam boa correlação entre os enterococos e agravos à saúde de banhistas, como o estudo epidemiológico realizado por LAMPARELLI et al. (2003). Estudos internacionais também apontam esse fato e enfatizam que estes são mais resistentes ao ambiente marinho quando comparados com outras bactérias indicadoras de contaminação fecal. De acordo com U.S. EPA (2005), no início da década de 70, a U.S. EPA iniciou uma série de estudos epidemiológicos para determinar a relação entre doenças associadas à natação e a qualidade da água usando múltiplos indicadores microbianos comumente encontrados nas fezes. Estes estudos mostraram que de todos os microrganismos examinados, o enterococos tiveram a melhor relação com doenças associadas aos nadadores em águas marinhas.

Conforme WHITMAN et al. (2003), os banhistas tendem a gastar a maior parte do tempo em contato com a areia. Devido ao potencial da presença de altas densidades de patógenos na areia, o contato prolongado com areias contaminadas pode ser uma ameaça à saúde dos banhistas. Crianças apresentam-se como grupo mais suscetível pela exposição mais prolongada

por brincarem e escavarem na área de areia úmida, além dos idosos e enfermos que também se mostraram mais suscetíveis a doenças.

É importante salientar que não foi objeto deste estudo a preocupação com a representatividade da amostragem de areia, mas mesmo assim, foram obedecidos critérios de acordo com SMAC (2000) e SATO et al. (2005), lembrando que na literatura são apresentadas diversas formas de amostragem e profundidades de coleta variadas. As amostras de areia foram coletadas da camada superficial até no máximo 5 centímetros de profundidade. De acordo com um estudo realizado por ALM et al (2003), altas densidades de bactérias indicadoras foram encontradas em várias profundidades na areia, considerando-se até 20 cm. Enterococos foram mais numerosos de 5 a 10 cm e *E. coli* não foi encontrada abaixo de 5 cm de profundidade. Segundo o autor, a profundidade de até 5 cm é a mais utilizada. De acordo com BOUKAI (2005) e WHO (2003), a heterogeneidade da contaminação da areia é alta em curtas distâncias, dificultando a interpretação dos resultados analíticos, assim como uma possível qualificação da areia. A representatividade da amostragem depende de alguns fatores como dimensão da área estabelecida para a coleta, profundidade, quantidade de amostra, distribuição das amostras ao longo do trecho de praia, entre outros.

Uma questão de relevante discussão são os métodos de extração dos microrganismos da areia. BOEHM et al (2009) compararam métodos de extração de bactérias fecais de areia de praia a fim de recomendar uma técnica padronizada de extração de enterococos e *E. coli* incluindo agitação manual, agitação mecânica, mistura, sonicação, entre outros. A maioria dos métodos não afetou significativamente a concentração de bactérias, porém a agitação manual por 2 minutos foi o método que apresentou melhor recuperação dessas bactérias. No presente trabalho, as amostras de areia úmida e seca foram

homogeneizadas em Blender com velocidade baixa por um minuto, conforme estabelecido por APHA (2005).

De acordo com U.S. EPA (2005), a defasagem temporal nas respostas das análises microbiológicas cria uma situação onde os indivíduos são expostos fatores de riscos para contraírem doenças infecciosas. E conforme STEWART et al. (2008), o processamento de amostras e as técnicas de detecção molecular precisam avançar para permitir a identificação rápida e específica de microrganismos preocupantes à saúde pública e ainda que os padrões de qualidade da água precisam ser revisados e atualizados para fornecer aos gestores ferramentas melhoradas para a tomada de decisões e assim promover e proteger a saúde dos frequentadores de praias. Assim, o longo tempo para a conclusão da análise microbiológica requerida para alguns microrganismos, como *C. albicans* e dermatófitos, pelas técnicas analíticas utilizadas neste estudo, inviabilizaria seu uso em monitoramentos sistemáticos pela demora na transmissão da informação à sociedade.

7. CONCLUSÕES

- Verificou-se a ocorrência de coliformes termotolerantes, *E. coli*, enterococos, *P. aeruginosa* e *Staphylococcus* coagulase (+) nas três matrizes e nas três praias estudadas.
- A frequência dos indicadores de contaminação fecal nas amostras de água, areia úmida e areia seca analisadas foram elevadas, sendo sua presença nessas matrizes superior a 95%, com positividade maior nas amostras de areia seca. A frequência da *P. aeruginosa* foi de 75% considerando-se as três matrizes, com maior positividade nas amostras de água. Para *Staphylococcus* coagulase (+) a frequência foi de aproximadamente 30% nas três matrizes ambientais, sendo maior nas amostras de areia seca. *C. albicans* foi encontrada somente em amostras de água, com frequência de 21,2%. Os dermatófitos foram observados nas amostras de areia úmida e seca com frequência de 16,7% em cada matriz.
- As concentrações dos indicadores de contaminação fecal (coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos), *P. aeruginosa* e *Staphylococcus* coagulase (+), geralmente foram maiores nas amostras de areia seca, independentemente do evento chuva, seguidas pelas de areia úmida e as menores concentrações foram observadas nas amostras de água.
- A praia de Gonzaguinha, em São Vicente, apresentou comportamento diferenciado em algumas ocasiões em que as concentrações de microrganismos nas amostras de água foram maiores do que nas de areia úmida e seca.

- A praia de Boqueirão não apresentou um padrão comportamental, pois as concentrações dos microrganismos pesquisados foram maiores ora na água, ora na areia úmida e ora na areia seca.
- A praia de Pitangueiras, no Guarujá, apresentou concentrações dos microrganismos pesquisados nas amostras de areia seca superiores às observadas nas outras duas praias.
- Conforme a análise estatística dos resultados foi significativa a influência do mês, da matriz e das interações matriz x praia e matriz x presença de chuva. Também há indício de influência significativa da temperatura da matriz sobre a concentração dos microrganismos.
- Na presença de chuva nas 24 horas que antecederam a coleta das amostras, segundo a análise estatística dos resultados, houve indícios de carreamento de microrganismos da areia seca para a areia úmida e para a água.

8. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das praias não é limitado a atividades de recreação na água, sendo que grande parte dos banhistas gastam mais tempo na areia do que na água. Vale lembrar que o tempo gasto na areia é associado com o aumento de doenças gastrointestinais, devendo-se considerar a possibilidade de ingestão de areia pelas crianças

A faixa de areia úmida é o local preferido pelas crianças em suas atividades de lazer nas praias. Os resultados deste estudo apontaram altas densidades de microrganismos indicadores de poluição fecal e de outros microrganismos nesta faixa de areia. Esse fato demonstra que não deve ser dispensada a análise da areia úmida, pois esta pode oferecer riscos a uma classe de banhistas suscetível ao desenvolvimento de doenças. A faixa de areia seca é a preferida por grande parte dos usuários para o banho de sol e apresentou concentrações elevadas de microrganismos.

Há exposição dos banhistas a microrganismos pelo contato e pela ingestão de areias de praia, porém não há estudos que confirmem esse risco, o que dificulta a determinação de parâmetros e padrões seguros de exposição às areias. É de suma importância essa avaliação para que os riscos possam ser gerenciados a fim de se minimizar possíveis agravos à saúde humana. Também seria relevante que a legislação nacional indicasse a necessidade de estudos de avaliação de risco para que parâmetros e padrões fossem definidos, assim como um monitoramento dessas áreas para que a população seja informada sobre a qualidade das areias de praias. Vale ressaltar que não seria interessante a adoção de critérios ou valores orientadores utilizados em outros países.

Há que se considerar que seja realizado o monitoramento das areias de praias mesmo na ausência de critérios. Não carece que este monitoramento seja sistemático como aquele realizado nas águas para recreação. Três campanhas anuais poderiam ser muito úteis para informar os usuários sobre a qualidade das areias e também para a geração de dados para o estabelecimento futuro de parâmetros e padrões nacionais. Estas campanhas poderiam ser realizadas nos meses de maior afluxo de turistas ao litoral, que são os meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro. Campanhas antes, durante e depois da época de grande afluência de banhistas às praias seriam uma boa escolha, assim como realizado pela ABAE.

Futuramente será necessário o estabelecimento de metodologia de amostragem de areia que seja representativa, assim como o estabelecimento de parâmetros (bacteriológicos, micológicos e parasitológicos) e seus respectivos limites para que seja possível classificar as areias como Próprias ou Impróprias ao contato primário, assim como investigação epidemiológica e análise de riscos para que essas ações sejam possíveis.

Estudos sobre as fontes de poluição das areias, assim como da permanência e multiplicação dos microrganismos nestas são importantes para o gerenciamento adequados dessas áreas.

P. aeruginosa, *Staphylococcus coagulase (+)* e *C. albicans* podem ser utilizados como indicadores adicionais da qualidade das águas recreacionais e areias.

Como recomendações gerais para o uso das areias das praias para atividades de recreação de forma mais segura valem as seguintes orientações: informação aos usuários sobre a prevenção de doenças, sinalização dos trechos contaminados nas praias, realização de limpeza manual e mecânica freqüente

da areia e colocação de recipientes de lixo adequados às dimensões da praia e espaços adjacentes, identificação e tratamento de fontes de contaminação adjacentes às praias e monitoramento da qualidade das areias com informação à comunidade. Também devem ser considerados o uso de toalhas pelos banhistas, boa higiene pessoal, proibição de animais nas areias, a educação dos comerciantes locais (proprietários de quiosques) quanto a importância da manutenção da limpeza das áreas próximas aos quiosques, assim como a destinação adequada dos efluentes, incluindo aqueles gerados nos sanitários e nas cozinhas, e a questão da estadia de moradores de rua na faixa de areia.

Gestão adequada da orla, visando à preservação ambiental e a saúde dos banhistas, assim com a educação sanitária e ambiental são ações necessárias para a manutenção desses locais.

9. REFERÊNCIAS

ABDALLAH, S.A.; ELMANAMA, A.A.; FAHD, M.I.; AFIFI, S. Microbiological beach sand quality in the Gaza Strip in comparasion to seawater. **Polish Journal of Environmental Studies**. Olsztyn, v. 14, n. 6, p. 841-850, 2005.

ABDELZAHER, A.M.; WRIGHT, M.E.; ORTEGA, C.; SOLO-GABRIELE, H.M.; MILLER, G.; ELMIR, S.; NEWMAN, X.; SHIH, P.; BONILLA, J.A.; BONILLA, T.D.; PALMER, C.J.; SCOTT, T.; LUKASIK, J.; HARWOOD, V.J.; MCQUAIG, S.; SINIGALLIANO, C.; GIDLEY, M.; PLANO, L.R.W.; ZHU, X.; WANG, J.D.; FLEMING, L.E. Presence of pathogens and indicator microbes at a non-point source subtropical recreational marine beach. **Applied and environmental microbiology**. Washington, v. 76, n. 3, p. 724-732, Feb. 2010.

ALM, E.W.; BURKE, J.; SPAIN, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. **Water Research**, Oxford, v. 37, n. 16, p. 3978-3982, 2003.

ALY, R. Ecology and epidemiology of dermatophyte infections. **Journal of the American Academy of Dermatology**. St. Louis, v. 31, n. 3, p. 21 - 25, Sept. 1994.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2005.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. [Recurso eletrônico, 2006]. Section

9221: Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2005. Disponível em: <<http://www.standardmethods.org>>. Acesso em: 27 Feb. 2009.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. [Recurso eletrônico, 2007a]. Section 9213: Recreational Waters. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2005. Disponível em: <<http://www.standardmethods.org>>. Acesso em: 01 Oct. 2008.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. [Recurso eletrônico, 2007b]. Section 9230: Fecal *Enterococcus/Streptococcus* group. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2005. Disponível em: <<http://www.standardmethods.org>>. Acesso em: 13 Aug. 2009.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. [Recurso eletrônico, 2007c]. Section 9221: Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2005. Disponível em: <<http://www.standardmethods.org>>. Acesso em: 27 Feb. 2009.

ANDRAUS, S. **Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba – PR**. 2006. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

ALESP - ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índice Paulista de Responsabilidade Social: Região Metropolitana da Baixada**

Santista. São Paulo: ALESP, 2006. 7 p. Disponível em:
<<http://www.al.sp.gov.br/web/forum/iprs06/BaixadaSantista.html>>. Acesso em:
02 jul. 2009.

ALERJ - ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.
Relatório da qualidade da areia das praias da Guanabara. Rio de Janeiro,
2006a.

ALERJ - ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.
**Relatório da qualidade da areia das praias de São Conrado e Barra da
Tijuca.** Rio de Janeiro, 2006b.

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Critérios de
atribuição da Bandeira Azul para zonas balneares.** s.d.a, 24 p. Disponível
em:<http://www.abae.pt/programa/BA/docs/guia_zonas_balneares.pdf>.
Acesso em: 09 jun. 2009.

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **O que é Programa
Bandeira Azul.** s.d.b. Disponível em:
<<http://www.abae.pt/programa/BA/descricao.php>>. Acesso em: 02 junho 2009.

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Qualidade
microbiológica das areias das praias litorais** – Relatório intercalar. Lisboa,
2001. 34 p. Disponível em: <<http://www.insa.pt>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Qualidade
microbiológica das areias das praias litorais** – Relatório final. Lisboa, 2002.
74 p. Disponível em:

<<http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/Publicacoes/Outros/Documents/DoencasInfecciosas/areiasTOTAL.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Qualidade das areias – Relatório 2007**. Lisboa, 2007. Disponível em:

<<http://www.abae.pt/programa/BA/projectos/areias/Areias2007/index.html>>.

Acesso em: 04 abr. 2008.

ABAE - ASSOCIAÇÃO BANDEIRA AZUL DA EUROPA. **Monitorização da qualidade das areias em zonas balneares – Época balnear 2008**. Lisboa, 2008. 35 p. Disponível em:

<http://www.abae.pt/programa/BA/projectos/areias/2008/docs/relatorio_areias_nov2008.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2009.

AENOR - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. **UNE 150104/2008 – Sistemas de gestión ambiental: Guía para la implementación de sistemas de gestión ambiental conforme a La Norma UNE – EN ISO 140001 en playas**. Madrid, 2008.

AULICINO, F.A.; VOLTERRA, L.; DONATI, G. Faecal contamination of shore-line sands. **Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale**, Napoli, v. 61, n. 10, p. 1469-1476, lug. 1985.

BOEHM, A. B.; GRIFFITH, J.; MCGEE, C.; EDGE, T. A.; SOLO-GABRIELE, H. M.; WHITMAN, R.; CAO, Y.; GETRICH, M.; JAY, J.A.; FERGUSON, D.; GOODWIN, K. D.; LEE, C.M.; MADISON, M.; WEISBERG, S.B. Faecal indicator bacteria enumeration in beach sand: a comparison study of extraction methods in medium to coarse sands. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 107, n. 5, p. 1740–1750, June 2009.

BONILLA, T.D.; NOWOSIELLSKI, K.; CUVELIER, M.; HARTZ, A.; GRENN, M.; ESIÖBU, N.; MCCORQUODALE, D.S.; FLEISHER, J.M.; ROGERSON, A. 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**, London, v. 54, n. 9, p. 1472 – 1482, Sept. 2007.

BOUKAI, N. **Qualidade sanitária da areia das praias no município do Rio de Janeiro: diagnóstico e estratégia para monitoramento e controle**. 2005. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CASA CIVIL. Lei nº 7661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, DF, 18 mai. 1988, 8633 p.

CODINACHS, M.R.; VINAS, A.M.I.; ESCOBAR, M.D.F.; PERZ, F.F. Contaminación microbiológica de la arena de las playas de la ciudad de Barcelona. **Revista de Sanidade Higiene Pública**, Madrid, v. 62, n. 5-8, p. 1537 – 1544, may./ago. 1988.

CBHBS - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAIXADA SANTISTA;
DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica da Baixada Santista - Relatório I: Caracterização e diagnóstico**. 2007. V. 1 Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHBS/1197/volum_ei.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2008.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Poluição das águas no estuário e baía de Santos**. v. 1, São Paulo: CETESB, 1978. 71 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma técnica L5.221: Coliformes fecais – Determinação pela técnica da membrana filtrante: método de ensaio**. 1984. 42 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L5.520. *Candida albicans* – Determinação pela técnica de membrana filtrante – método de ensaio**. 1986. 46 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L5.204. Fungos – Contagem e isolamento em amostras de água, esgotos e resíduos sólidos**. 1988. 37 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Avaliação da qualidade sanitária das areias e águas das praias do município de Santos – SP**. São Paulo: CETESB, 1992. 13 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L5.223. *Pseudomonas aeruginosa* – Determinação em amostras de água pela técnica de membrana filtrante – método de ensaio**. 1993. 30 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L5.220. *Pseudomonas aeruginosa* – Determinação em amostras de água pela técnica de tubos múltiplos – método de ensaio**. 2001. 33 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Relatório de qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo 2005.
São Paulo: CETESB, 2006. 268 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação. São Paulo: SMA, 2007a. 119 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L5.406. Coliformes termotolerantes – Determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 – método de ensaio.** 2007b. 16 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Relatório de qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo 2006.
São Paulo: CETESB, 2007c. 365 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Relatório de qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo 2007.
São Paulo: CETESB, 2008. 278 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Relatório de qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo 2008.
São Paulo: CETESB, 2009. 332 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Relatório de qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo 2009.
São Paulo: CETESB, 2010. 168 p.

CEE - CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. Directiva 76/160/CEE do Conselho, de 08 de dezembro de 1975. Relativa à qualidade das águas balneares. **Jornal Oficial da União Européia**, Portugal, 05 fev. 1976, L 031, 1-7 p. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 jan. 2001. Seção 1, 70-71 p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, 58-63 p.

CORBETT, S.J.; RUBIN, G.L.; CURRY, G.K.; KLEINBAUM, D.G. The health effects of swimming at Sydney Beaches. **American Journal of Public Health**, Washington DC, v. 83, n. 12, p. 1701 – 1706, Dec. 1993.

COSTA E SILVA, C.A.M.; PASTURA, C.P. Qualidade sanitária das areias de praias do município do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/vii-001.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2009.

DESHMUKH, S.K. Isolation of dermatophytes and other keratinophilic fungi from the vicinity of salt pan soils of Mumbai, India. **Mycopathologia**, Dordrescht, v. 157, n. 3, p. 265-267, Apr. 2004.

EA – ENVIRONMENTAL AGENCY. **The microbiology of drinking water (2000)** – Part I: Water quality and public health. Rotherham: The Environment Agency, 50 p., 2002. Disponível em: <<http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/mdwpart1.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2008.

FERREIRA, A.W.; ÁVILA, S. L. M. **Diagnóstico laboratorial das principais doenças infecciosas e auto-imunes**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual**. 8 ed. Silver Spring: FDA 1998. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>>. Acesso em: 23 set. 2008.

FIPE - FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS.
Caracterização e dimensionamento do turismo doméstico no Brasil – 2002 e 2006: relatório executivo e sintético. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.braziltour.com/site/arquivos/dados/_fatos/demandaturistica/turismo_domestico_2002_e_2006.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2009.

SEADE - FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS;
SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Projeções para o Estado de São Paulo**: população e domicílios até 2025. São Paulo: SEADE/SABESP, 2004.

SEADE - FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfil municipal**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 23 dez. 2008.

GHINSBERG, R.C.; DOV, L.B.; ROGOL, M.; SHEINBERG, Y.; NITZAN, Y. Monitoring of selected bacteria and fungi in sand and sea water along the Tel Aviv coast. **Microbios**, Cambridge v. 77, n. 310, p. 29-40, 1994.

GIUDICE, M.C. **Avaliação das atividades enzimáticas (queratinase e elastase) e biotipagem molecular de amostras de *Microsporium gypseum* isolados de diferentes fontes e regiões geográficas do Brasil.** 2008. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências – Microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOODWIN, K.D.; POBUDA, M. Performance of CHROMagar Staph aureus and CHROMagar MRSA for detection of *Staphylococcus aureus* in seawater and beach sand – Comparison of culture, agglutination and molecular analyses. **Water Research**, Oxford v. 43, n. 19, p. 4802 – 4811, Jun. 2009.

GOULART, E.G.; LIMA, S.M.F.; CARVALHO, M.A.; OLIVEIRA, J.A.; JESUS, M.M.; CAMPOS, R.E.; COSENDEY, M.A.E. Isolamento de fungos patogênicos do solo do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Folha Médica**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 1, p. 15-20, 1986.

GESP - GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei nº 10109, de 03 de julho de 1998. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, SP, 04 jul. 1998, seção 1, 1 p.

HARTZ, A.; CUVELIER, M.; NOWOSIELSKI, K.; BONILLA, T.D.; GRENN, M.; ESIÖBU, N.; MCCORQUODALE, D.S.; ROGERSON, A. Survival potential of *Escherichia coli* and enterococci in subtropical beach sand: implications for water quality managers. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 37, n. 3, p. 898-905, may./Jun. 2008.

A HORA da sustentabilidade e da inclusão. **Jornal Gazeta Mercantil**, São Paulo, 06 mai. 2008. Caderno A, p 14. Disponível em:
<http://www.abnt.org.br/cb38/noticias_06_maio.html> Acesso em: 06 mai. 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Economia no turismo: uma perspectiva macroeconômica 2000 – 2005.

Estudos e Pesquisas – Informação econômica. n. 7. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/economia_turismo/2000_2005/default.shtm>. Acesso em: 15 set. 2009

KAPER, J.B.; NATARO, J.P.; MOBLEY, H.L.T. Pathogenic *Escherichia coli*.

Nature Reviews: microbiology, London, v.2, n. 2, p. 123 – 140, 2004.

KONEMAN, E.W.; ALLEN, S.D.; JANDA, W.M.; SCHRECKENBERGER, P.C.

Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido. 6ª. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C. **Micologia Médica:** fungos, actinomicetos e algas de interesse médico. 7ª. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos, 1984.

LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C.; HEINS-VACCARI, E.M.; MELO, N.T. **Tratado de micologia médica.** São Paulo: Sarvier, 2002.

LAMPARELLI, C. C.; SATO, M. I. Z.; BRUNI, A. C. A qualidade sanitária das águas das praias e sua correlação com a ocorrência de distúrbios gastrointestinais em banhistas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas

Ambientais e Saúde – CBPAS, 3, 2003, Santos. **Anais...Santos: Núcleo de pesquisas ambientais da Baixada Santista (NPA-BS)**, 2003. P. 192 – 195.

LAMPARELLI, C.C. Desafios para o licenciamento e monitoramento ambiental de emissários submarinos: a experiência de São Paulo. In: SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE (SMA). **Emissários submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento**. São Paulo: SMA, 2006. p. 11 – 23.

LEVINSON, N.; JAWETZ, E. **Microbiologia médica e imunologia**. 7 ed., Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

LOUREIRO, S.T.A.; CAVALCANTI, M.A.Q.; NEVES, R.P.; PASSAVANTE, J.Z.O. Yeasts isolated from sand and sea water in beaches of Olinda, Pernambuco state, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 333-337, out./dez. 2005.

MAIER, R. M.; PEPPER, I. L.; GERBA, C. P. **Environmental microbiology**. San Diego: Academic Press, 2000.

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 em duas praias do município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2003. 13 p. Coleção Estudos da Cidade.

MENDES, B.; NASCIMENTO, M. J.; OLIVEIRA, J. S. Preliminary characterisation and proposal of microbiological quality standard of sand beaches. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 27. n. 3-4, p. 453 – 456, 1993

MENDES, B.; URBANO, P.; ALVES, C.; LAPA, N.; MORAIS, J.; NASCIMENTO, J.; OLIVEIRA, F.S. Sanitary quality of sands from beaches of Azores islands. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 35, n. 11-12, p. 147-150, 1997.

MENDES, B.; URBANO, P.; ALVES, C.; MORAIS, J.; LAPA, N.; OLIVEIRA, F.S. Fungi as environmental microbiological indicators. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 38, n. 12, p. 155-162, 1998.

MÉNDEZ, J.; AUDICANA, A.; CANCER, M.; ISERN, A.; LLANEZA, J.; MORENO, B.; NAVARRO, M.; TARACÓN, M.L.; VALERO, F.; RIBAS, F.; JOFRE, J.; LUCENA, F. Assessment of drinking water quality using indicator bacteria and bacteriophage. **Journal of Water and Health**, London, v. 2, n. 3, p. 201 – 204, 2004.

MERCANTINI, R.; MARSELLA, R.; CERVELLATI, M.C. Keratinophilic fungi isolated from antarctic soil. Dordrecht, **Mycopathologia**, v. 106, n. 1, p. 47-52, abr. 1989.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla**: fundamentos para a Gestão Integrada. Brasília: MMA, 2006a. 73 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 16 jun. 2009.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto orla**: implementação em territórios com urbanização consolidada. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006b. 80 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 16 jun. 2009

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Apresentação do Projeto Orla**. s.d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 01 jul. 2009.

MINISTÉRIO DO TURISMO. **Estatísticas básicas de turismo no Brasil.**

Brasília: Ministério do Turismo, 2008. Disponível em:

<<http://www.turismo.gov.br>>. Acesso em: 22 mai. 2009.

NATARO, J.P.; KAPER, J.B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Clinical Microbiology Review**, Long Island, v. 11, n. 1, p. 142-201, Jan. 1998.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Indicators for waterborne pathogens.** Washington D.C.: The National Academies Press, 2004. 332 p. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/11010.html>. Acesso em: 20 jul. 2010.

OLIVEIRA, A.J.F.C.; PINHATA, J.M.W. Antimicrobial resistance and species composition of *Enterococcus* spp. isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil. **Water Research**, Oxford, v. 42, n. 8-9, p. 2242-2250, 2008.

PAPADAKIS, J.A.; MAVRIDOU, A.; RICHARDSON, S.C.; LAMPIRI, M.; MARCELOU, U. Bather-related microbial and yeast populations in sand and seawater. **Water Research**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 799-804, 1997

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO. Directiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro de 2006. Relativa à gestão da qualidade das águas balneares e que revoga a Diretiva 76/160/CEE. **Jornal Oficial da União Européia**, Portugal, 04 mai. 2006, L064, 37-51 p. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

PAYMENT, P; ROBERTSON, W. The microbiology of piped distribution system and public health. In: WHO. **Safe piped water: managing microbial water**

quality in piped distribution systems. London: IWA Publishing, 2004. 1-37 p.

Disponível em:

<http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/piped1.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARUJÁ. Praias e mirantes. s.d. Disponível em: <<http://www.guaruja.sp.gov.br/site/asp/Conteudo.aspx?c=313>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Turismo. Santos: cidade privilegiada. s.d. Disponível em: <<http://www.santos.sp.gov.br/frames.php?pag=/turismo/turismo.php>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO VICENTE. Conheça São Vicente. Praias. s.d. Disponível em: <<http://www.saovicente.sp.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

RIBEIRO, E.N.; SANTOS, A.B.; GONÇALVES, R.F.; CASSINI, S.T.A. Recreational water and sand sanitary indicators of Camburi beach, Vitoria, ES, Brazil. In: Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 28, 2002, Cancún. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/ix-032.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2010.

ROCHA, S. **Análise ambiental do perfil parasitário encontrado no solo arenoso das praias do Município de Santos, S.P.** 2007. 183 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Setor de Ambiente e Saúde, Universidade Católica de Santos, São Paulo.

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

SAAB, W. G. **Considerações sobre o desenvolvimento do setor de turismo no Brasil**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 10, p. 285-312. set.1999.

Disponível em <http:

//www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export//sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1008.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2009.

SANCHEZ, P.S.; AGUDO, E.G.; CASTRO, F.G.; ALVES, M.N.; MARTINS, M.T. Evaluation of the sanitary quality of marine recreational waters and sands from beaches of the São Paulo state, Brazil. **Water Science and Technology**, Oxford, v.18, n. 10, p. 61-72, 1986.

SATO, M. I. Z.; DI BARI, M.; LAMPARELLI, C. C.; TRUZZI, A. C.; COELHO, M. C. L. S.; HACHICH, E. M. Sanitary quality of sands from marine recreational beaches of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 321-326, out./dez. 2005.

SCHAECHTER, M.; ENGLEBERG, N.C.; EINENSTEIN, B.I.; MEDOFF, G. **Microbiologia: mecanismos das doenças infecciosas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2002.

SMA - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Macrozoneamento do Litoral Norte: Plano de Gerenciamento Costeiro**. Série Documentos. São Paulo: SMA, 1996. 202 p.

SMAC - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Resolução nº 81, de 28 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias do Município do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do Município**, Rio de Janeiro, 29 dez. 2000.

STEWART, J.R.; GAST, R.J.; FUJIOKA, R.S.; SOLO-GABRIELE, H.M.; MESCHKE, J.S.; AMARAL-ZETTLER, L.A.; CASTILLO, E.; POLZ, M.F.; COLLIER, T.K.; STROM, M.S.; SINIGALLIANO, C.D.; MOELLER, P.D.R.; HOLLAND, A.F. The environmental and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. **Environmental Health**, London, v. 7, Suppl.2:S 3, p. 1-14, Nov. 2008. Disponível em: <www.ehjournal.net/content/7/S2/S3>. Acesso em: 23 out. 2009.

TRABULSI, L. R. **Microbiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu Editora, 1991.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Determination of *Pseudomonas aeruginosa* in sea water and sewage by the membrane filtration (MF) culture method**. 1995. 27 p.

U.S. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Water quality standards for coastal and Great Lakes recreation waters**. Federal Register Environmental Documents. v. 69, n. 220. 2004. Disponível em: <<http://www.epa.gov/EPA-WATER/2004/November/Day-16/W25303.htm>>. Acesso em: 21 jul. 2009.

U.S. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The EMPACT Beaches Project**: results from a study on microbiological monitoring in

recreational Waters – August 2005. Washington: EPA, 2005. 73 p. Disponível em : <<http://www.epa.gov/microbes/empact.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2009.

U.S. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Prevent pollution from getting on the sand and in the water.** Washington. EPA, 2008.

Disponível em: <<http://www.epa.gov/beaches/protect>>. Acesso em 23 de abril de 2009.

U.S. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA announces studies to develop and evaluate rapid water quality tests to protect beach goers.** Washington: EPA, 2009. Disponível em:

<<http://www.epa.gov/nheerl/near>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

VANTARAKIS, A. C.; TSIBOUXI, A.; VENIERI, G.; KOMNINO, G.; ATHANASSIADOU, A.; PAPAPETROPOULOU, M. Evaluation of microbiological quality of coastal Waters in Greece. **Journal of Water and Health**, London, v. 3, n. 4, p. 371-380, Sept. 2005.

VAZ, L.O.; CARMO, H.N.C.; SILVA, M.B.; RAMOS, A.D.; GONÇALVES, R.F.

Avaliação sanitária de areias de contato primário em escolas e logradouros públicos da cidade de Vitória/ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, 2003, Joinville **Anais**

eletrônicos... . Disponível em:

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/dcxli.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2009.

VIEIRA, R.H.S.F.; RODRIGUES, D.P.; MENEZES, E.A.; EVANGELISTA, N.S.S.; REIS, E.M.F, BARRETO, L.M.; GONÇALVES, F.A. Microbial contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil.

Brazilian Journal of Microbiology, São Paulo, v. 32, n 2, p. 77-80, abr./jun. 2001.

VOGEL, C.; ROGERSON, A.; SCHATZ, S.; LAUBACH, H.; TALLMAN, A.; FELL, J. Prevalence of yeast in beach sand at three bathing beaches in South Florida. **Water Research**, Oxford, v. 41, n. 9, p. 1915-1920, mar. 2007.

WADE, T.J.; CALDERON, R.L.; SAMS, E.; BEACH, M.; BRENNER, K.P.; WILLIAMS, A.H.; DUFOUR, A.P. Rapidly measured indicators of recreational water quality are predictive of swimming-associated gastrointestinal illness. **Environmental health perspectives**, Research Triangle, v. 114, n. 1, p. 24-28, Jan. 2006.

WHITMAN, R.L.; NEVERS, M.B. Foreshore sand as a source of *Escherichia coli* in nearshore water of a Lake Michigan Beach. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 69, n. 9, p. 5555-5562, Sept. 2003.

WHITMAN, R.L.; PRZYBYLA-KELLY, K.; SHIVELY, D. A.; NEVERS, M. B.; BYAPPANAHALLI, M. N. Hand-mouth transfer and potential for exposure to *E. coli* and F⁺ coliphage in beach sand, Chicago, Illinois. **Journal of Water and Health**, London, v. 7, n. 4, p. 623 – 629, July 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for safe recreational water environmental**. v 1: coastal and freshwater. Geneva: WHO, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for safe recreational water environmental**. v 2: swimming pools and similar environments. Geneva: WHO Press, 2006.

YAMAHARA, K.M.; WALTERS, S.P.; BOEHM, A.B. Growth of enterococci in unaltered, unseeded beach sands subjected to tidal wetting. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v. 75, n. 6, p. 1517- 1524, Mar. 2009.

ANEXOS

Anexo 1 – Mapa do município de São Vicente, destacando as praias monitoradas pelo Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas da CETESB.



Anexo 4 – Fotos da Praia de Gonzaguinha – São Vicente



1. Vista da orla



2. Vista do entorno



3. Ponto de coleta de areia seca próximo à bandeira de balneabilidade da CETESB



4. Vista da Ilha Porchat destacando os locais de coleta de água e areia úmida

Anexo 5 – Fotos da Praia de Boqueirão – Santos



1. Vista da orla



2. Vista do entorno



3. Comércio na praia



4. Ponto de coleta de areia seca próximo à bandeira de balneabilidade da CETESB

Anexo 6 – Fotos da Praia de Pitangueiras - Guarujá



1. Entorno da praia – Totem indicativo da balneabilidade da CETESB



2. Vista do entorno



3. Entrada da praia – Ponto de coleta de areia seca



4. Vista aproximada dos pontos de coleta de água e de areia úmida

Anexo 7 – Parâmetros físico-químicos obtidos em campo

Data da coleta	Local da coleta	Tipo de amostra	Tipo de coleta	Hora da coleta	Chuva nas últimas 24 h	Temperatura		pH
						ar	matriz	
18/1/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	13:25	não	32	25	5,15
		areia seca	C	13:30	não		34	
		areia úmida		13:35	não		27	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	11:00	não	30	25	5,15
		areia seca	C	11:05	não		32	NR
		areia úmida		11:10	não		27	
	Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	12:00	não	31	24	5,36
		areia seca	C	12:10	não		29	
		areia úmida		12:05	não		23	
15/2/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	13:05	sim	27	27	5
		areia seca	C	13:09	sim		29	7
		areia úmida		13:03	sim		27	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	15:09	sim	27	27	5
		areia seca	C	15:13	sim		29	8
		areia úmida		15:05	sim		27	
	Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:20	sim	29	23	6
		areia seca	C	10:25	sim		28	5
		areia úmida		10:25	sim		24	
1/3/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	12:20	não	28	26	7
		areia seca	C	12:32	não		27	7
		areia úmida		12:25	não		27	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	09:39	não	25	26	6
		areia seca	C	09:52	não		26	7
		areia úmida		09:41	não		27	
	Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:35	não	29	26	5,5
		areia seca	C	10:40	não		28	5,5
		areia úmida		10:37	não		25	
12/4/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	13:54	sim	26	26	7
		areia seca	C	13:54	sim		27	7
		areia úmida		13:54	sim		26	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	15:45	sim	27	26	7
		areia seca	C	15:45	sim		29	7
		areia úmida		15:45	sim		26	
	Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:30	sim	26	26	7,6
		areia seca	C	10:40	sim		26	7
		areia úmida		10:35	sim		26	
10/5/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	09:37	sim	24	24	7
		areia seca	C	09:34	sim		24	7
		areia úmida		09:31	sim		24	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	11:39	sim	25	24	7
		areia seca	C	11:45	sim		25	7
		areia úmida		11:41	sim		24	
	Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:25	não	25	22	5
		areia seca	C	10:30	não		25	NR
		areia úmida		10:30	não		22	
28/6/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	13:24	sim	21	21	NR
		areia seca	C	13:28	sim		23	NR
		areia úmida		13:20	sim		22	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	15:30	sim	19	21	NR
		areia seca	C	16:30	sim		22	NR
		areia úmida		16:25	sim		20	
	Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	11:10	sim	22	20	NR
		areia seca	C	11:12	sim		21	NR
		areia úmida		11:13	sim		21	

"continua"

Anexo 7 – Parâmetros físico-químicos obtidos em campo

“continuação”

Data da coleta	Local da coleta	Tipo de amostra	Tipo de coleta	Hora da coleta	Chuva nas últimas 24 h	Temperatura		pH
						água	areia	
12/7/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	15:10	sim	19	20	5
		areia seca	C	15:19	sim		21	7
		areia úmida		15:14	sim		21	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	16:26	sim	18	20	5
		areia seca	C	16:33	sim		21	6
		areia úmida		16:30	sim		21	
Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:40	sim	18	19	5	
	areia seca	C	10:40	sim		20		
	areia úmida		10:40	sim		19	5	
2/8/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	09:40	sim	18	19	7
		areia seca	C	09:35	sim		22	6
		areia úmida		07:42	sim		20	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	11:15	sim	18	19	6
		areia seca	C	11:21	sim		21	6
		areia úmida		11:18	sim		20	6
Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	11:00	sim	20	19	4,85	
	areia seca	C	11:05	sim		20		
	areia úmida		11:05	sim		20	6,5	
13/9/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	14:15	não	25,5	22	7
		areia seca	C	14:28	não		31	7
		areia úmida		14:20	não		22	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	16:46	não	22	22	6
		areia seca	C	16:55	não		24	6
		areia úmida		16:50	não		22	6
Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:25	não	24	22	7	
	areia seca	C	10:28	não		26	6	
	areia úmida		10:25	não		22		
18/10/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	09:31	sim	22	22	6
		areia seca	C	09:36	sim		23	
		areia úmida		09:35	sim		22	NR
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	12:00	sim	24	22	5
		areia seca	C	12:15	sim		23	NR
		areia úmida		12:10	sim		23	NR
Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:35	sim	23	22	8	
	areia seca	C	10:45	sim		24	NR	
	areia úmida		10:38	sim		24		
22/11/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	12:40	sim	26	27	6
		areia seca	C	12:47	sim		27	6
		areia úmida		12:43	sim		26	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	14:42	sim	28	26	7
		areia seca	C	14:35	sim		28	NR
		areia úmida		14:47	sim		26	
Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:48	sim	29	26	7	
	areia seca	C	10:42	sim		27	8	
	areia úmida		10:53	sim		27		
13/12/2009	São Vicente - Gonzaguinha	água do mar	S	15:19	sim	21	23	6
		areia seca	C	15:21	sim		23	6
		areia úmida		15:19	sim		23	
	Santos - Boqueirão	água do mar	S	17:10	sim	20	23	6
		areia seca	C	17:18	sim		21	6
		areia úmida		17:15	sim		23	6
Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	água do mar	S	10:15	sim	20	22	6	
	areia seca	C	10:16	sim		22	NR	
	areia úmida		10:11	sim		22		

NR= análise não realizada

Anexo 8 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em janeiro de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	1200	490	1100	208	3300	33000	20	330	2300
<i>Escherichia coli</i>	1040	230	700	64	3300	33000	4	68	790
Enterococos	17	1300	17000	<1	7900	3300	1	130	2300
<i>Staphylococcus aureus</i>	<20	45	460	20	20	<18	<20	20	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	20	700	3	130	20	7	<18	<18
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	1	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<200
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 9 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em fevereiro de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	3500	330	2300	3400	7900	790	34	230	350000
<i>Escherichia coli</i>	2500	330	1300	1100	2800	790	9	45	7900
Enterococos	296	340	490	164	1700	790	7	78	17000
<i>Staphylococcus aureus</i>	<3	<18	170	<3	20	<18	<4	<18	20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12	45	170	28	20	20	44	<18	20
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	<1	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 10 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em março de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	256	490	23000	8	68	330000	8	130	130000
<i>Escherichia coli</i>	116	220	45	4	20	49000	<1	<18	4900
Enterococos	8	790	23000	<1	270	33000	<1	170	33000
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	<18	20	<3	<18	56	2	<18	170
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	<18	<18	2	<18	36	3	<18	3300
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	4	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 11 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em abril de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	288	230	49000	64	490	33000	1080	3300	3100
<i>Escherichia coli</i>	232	130	49000	16	170	4600	1180	310	2300
Enterococos	77	790	22000	26	110	2300	6	330	13000
<i>Staphylococcus aureus</i>	300	<18	<18	<1	<18	<18	<1	<18	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21	45	20	15	45	4900	8	78	130
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	<1	<10	<200	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 12 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em maio de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	580	78	4900	220	68	79000	<1	20	9200000
<i>Escherichia coli</i>	380	20	3300	87	68	79000	<1	20	1300000
Enterococos	140	170	7900	11	40	790	<1	20	7000
<i>Staphylococcus aureus</i>	<3	<18	<18	10	<18	<18	<1	20	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	20	<18	3	20	9400	1	<18	3300
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	<1	<10	<200	<1	<10	<10	<1	<10	<200
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 13 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em junho de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	440	230	3300	188	1300	23000	47	45	330
<i>Escherichia coli</i>	440	130	3300	136	1300	1100	31	20	20
Enterococos	84	130	330	316	1300	1700	14	130	170
<i>Staphylococcus aureus</i>	12	<18	460	<1	<18	<18	3	<18	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	<18	<18	1	<18	<18	<1	<18	<18
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	1	<10	<1000	2	<10	<40	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 14 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em julho de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	380	490	230000	2200	2300	33000	116	700	2400000
<i>Escherichia coli</i>	500	170	230000	1300	2300	33000	44	700	1300000
Enterococos	460	230	3500	3700	13000	490	49	<18	48000
<i>Staphylococcus aureus</i>	<4	<18	<18	<20	<18	<18	<1	<18	3300
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	<18	20	20	78	110	1	20	68
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	<1	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Anexo 15 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em agosto de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	2100	46000	790	220	790	23000	8	330	490000
<i>Escherichia coli</i>	1180	46000	220	136	790	23000	6	68	490000
Enterococos	180	7900	20	41	230	4900	3	20	1700
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	<18	<18	<1	<18	20	<1	<18	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23	45	45	5	40	170	1	68	170
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	1	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1*	<1	<1	<1*	<1	<1	<1

* amostra positiva para *Microsporium* sp na Técnica da Isca de Cabelo

Anexo 16 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em setembro de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	100	110000	790	34	330	3500	5	230	17000
<i>Escherichia coli</i>	57	49000	790	17	330	940	1	130	13000
Enterococos	19	79000	460	5	230	49	25	330	17000
<i>Staphylococcus aureus</i>	<1	45	<18	<1	<18	<18	<1	<18	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	140	<18	18	<18	170	2	<18	20
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	NR	<10	<10	NR	<10	<10	NR	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

NR= análise não realizada

* amostra positiva para *Microsporium* sp na Técnica da Isca de Cabelo

Anexo 17 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em outubro de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	4800	790	13000	520	2300	49000	117	490	220000
<i>Escherichia coli</i>	2100	490	13000	108	2300	22000	31	68	140000
Enterococos	1060	790	28000	100	2200	2200	37	110	330000
<i>Staphylococcus aureus</i>	<1	<18	<18	<1	<18	20	<1	<18	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23	<18	390	<1	78	40	3	20	330
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	2	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1*	<1	<1*	<1	<1	<1*	<1

* amostra positiva para *Microsporium* sp na Técnica da Isca de Cabelo

Anexo 18 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em novembro de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	3000	33000	1600	180	7900	3300	9	230	2400000
<i>Escherichia coli</i>	940	7000	330	61	1700	700	3	<18	1300000
Enterococos	56	13000	490	19	79000	3500	1	20	790000
<i>Staphylococcus aureus</i>	700	2300	<18	100	40	17000	16	<18	7000
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13	40	68	7	20	<18	<1	<18	390
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	1	<10	<10	<1	<10	<10	<1	<10	<10
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1*	<1	<1	<1	<1*	<1	<1*	<1

* amostra positiva para *Microsporium* sp na Técnica da Isca de Cabelo

Anexo 19 – Tabela com as densidades dos microrganismos pesquisados na água e nas areias úmida e seca em dezembro de 2009.

Indicadores sanitários e microrganismos patogênicos	São Vicente - Gonzaguinha			Santos - Boqueirão			Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)		
	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca	Água	Areia úmida	Areia seca
	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g	UFC/100 mL	NMP/100 g	NMP/100 g
Coliformes termotolerantes	1800	330000	4900	2300	46000	49000	224	7900	460000
<i>Escherichia coli</i>	1220	12000	4900	740	46000	4900	168	7900	460000
Enterococos	400	1300	3300	400	2300	490	76	22000	79000
<i>Staphylococcus aureus</i>	<17	<18	1200	<20	<18	<18	20	<18	<18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7	<18	130	<3	68	140	6	20	210
	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g	UFC/500 mL	UFC/100 g	UFC/100 g
<i>Candida albicans</i>	<1	<10	<20	<1	<10	<20	<1	<10	<20
	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g	UFC/300 mL	UFC/g	UFC/g
Dermatófitos	<1	<1	<1*	<1	<1*	<1	<1	<1	<1*

* amostra positiva para *Microsporium* sp na Técnica da Isca de Cabelo

Anexo 20 - Resultados do ajuste do Modelo Linear Geral Multivariado

Efeito	Wilks' Lambda	Sig.
Intercepto	0,928	0,308
MÊS	0,332	0,001
PRAIA	0,893	0,517
CHUVA	0,983	0,929
MATRIZ	0,364	<0,001
TEMPERATURA DO AR	0,931	0,333
TEMPERATURA DA MATRIZ	0,903	0,144
PRAIA * MATRIZ	0,578	0,001
CHUVA * MATRIZ	0,763	0,016

Anexo 21 – Resultados para a influência do fator mês na concentração de microrganismos

Variável Dependente (log)	F	p
Coliformes termotolerantes	1,869	0,055
<i>E.coli</i>	1,923	0,048
Enterococos	1,195	0,303
<i>Staphylococcus coagulase (+)</i>	2,377	0,013
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2,023	0,036

Anexo 22 – Estimativas do modelo para a influência do mês sobre as concentrações de microrganismos

Microrganismo (log)	Mês	Média	Erro	I.C. 95%	
				LI	LS
Coliformes termotolerantes	1	3,232	0,771	1,698	4,765
	2	3,638	0,532	2,580	4,696
	3	3,096	0,532	2,037	4,155
	4	3,54	0,470	2,604	4,475
	5	2,843	0,301	2,245	3,442
	6	2,419	0,549	1,326	3,512
	7	3,314	0,703	1,916	4,713
	8	2,888	0,687	1,522	4,254
	9	2,655	0,415	1,830	3,480
	10	3,426	0,438	2,555	4,296
	11	3,777	0,530	2,723	4,83
	12	4,023	0,550	2,930	5,116
<i>Escherichia coli</i>	1	3,197	0,822	1,561	4,832
	2	3,325	0,567	2,197	4,453
	3	2,058	0,568	0,929	3,188
	4	3,216	0,502	2,218	4,214
	5	2,694	0,321	2,056	3,332
	6	2,021	0,586	0,856	3,187
	7	3,026	0,750	1,535	4,517
	8	2,589	0,733	1,132	4,046
	9	2,304	0,442	1,425	3,184
	10	3,139	0,467	2,210	4,067
	11	3,334	0,565	2,210	4,458
	12	3,508	0,586	2,342	4,674
Enterococos	1	2,594	0,772	1,058	4,129
	2	2,497	0,533	1,437	3,556
	3	2,620	0,533	1,559	3,68
	4	2,529	0,471	1,592	3,466
	5	2,057	0,301	1,458	2,656
	6	2,123	0,55	1,029	3,218
	7	2,591	0,704	1,191	3,992
	8	2,008	0,688	0,640	3,377
	9	2,536	0,415	1,710	3,362
	10	2,860	0,438	1,989	3,732
	11	2,768	0,531	1,712	3,823
	12	3,059	0,55	1,964	4,154
<i>Staphylococcus coagulase (+)</i>	1	0,209	0,839	-1,460	1,878
	2	0,569	0,579	-0,583	1,720
	3	0,276	0,579	-0,877	1,428
	4	0,419	0,512	-0,600	1,437
	5	0,280	0,327	-0,371	0,930
	6	0,900	0,598	-0,289	2,089
	7	0,986	0,765	-0,535	2,508
	8	0,848	0,748	-0,639	2,335
	9	-0,039	0,451	-0,936	0,859
	10	0,432	0,476	-0,515	1,379
	11	2,149	0,577	1,002	3,295
	12	0,990	0,598	-0,199	2,180
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	1,028	0,752	-0,468	2,523
	2	1,283	0,519	0,251	2,315
	3	0,697	0,519	-0,336	1,730
	4	1,713	0,459	0,801	2,626
	5	1,280	0,293	0,696	1,863
	6	0,140	0,536	-0,926	1,206
	7	1,243	0,686	-0,121	2,607
	8	1,529	0,670	0,196	2,861
	9	0,813	0,405	0,008	1,617
	10	1,313	0,427	0,464	2,162
	11	0,987	0,517	-0,041	2,015
	12	1,292	0,536	0,226	2,359

Efeitos ajustados para a temperatura do ar = 24,12 e temperatura da matriz – 23,98

Anexo 23 – Resultados para a influência do fator matriz na concentração de microrganismos

Variável Dependente (log)	F	p
Coliformes termotolerantes	38,800	<0,001
<i>E.coli</i>	23,831	<0,001
Enterococos	40,053	<0,001
<i>Staphylococcus coagulase (+)</i>	1,526	0,223
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6,259	0,003

Anexo 24 – Estimativas do modelo para a interação da matriz sobre as concentrações de microrganismos

Microrganismo (log)	Matriz	Média	Erro	I.C. 95%	
				LI	LS
Coliformes termotolerantes	Água do mar	2,056	0,219	1,620	2,491
	Areia seca	4,704	0,238	4,231	5,176
	Areia úmida	2,953	0,210	2,536	3,370
<i>Escherichia coli</i>	Água do mar	1,866	0,234	1,402	2,331
	Areia seca	4,079	0,253	3,575	4,583
	Areia úmida	2,658	0,224	2,213	3,102
Enterococos	Água do mar	1,184	0,219	0,748	1,621
	Areia seca	3,633	0,238	3,159	4,106
	Areia úmida	2,744	0,210	2,326	3,161
<i>Staphylococcus coagulase (+)</i>	Água do mar	0,441	0,238	-0,033	0,915
	Areia seca	1,003	0,259	0,489	1,517
	Areia úmida	0,561	0,228	0,107	1,014
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Água do mar	0,715	0,214	0,290	1,140
	Areia seca	1,723	0,232	1,262	2,184
	Areia úmida	0,891	0,205	0,484	1,298

Efeitos ajustados para a temperatura do ar = 24,12 e temperatura da matriz – 23,98

Anexo 25 – Estimativas para a influência da interação da matriz x praia sobre as concentrações de microrganismos

Microorganismo (log) Variável dependente	Matriz	Praia	Média	Erro	I.C. 95%	
					LI	LS
Coliformes termotolerantes	Água do mar	São Vicente - Gonzaguinha	2,759	0,299	2,166	3,353
		Santos - Boqueirão	2,213	0,303	1,610	2,816
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	1,194	0,299	0,600	1,789
	Areia seca	São Vicente - Gonzaguinha	4,175	0,343	3,492	4,858
		Santos - Boqueirão	4,672	0,324	4,028	5,316
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	5,265	0,276	4,716	5,814
	Areia úmida	São Vicente - Gonzaguinha	3,335	0,294	2,750	3,919
		Santos - Boqueirão	3,142	0,300	2,545	3,739
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	2,383	0,289	1,808	2,957
<i>Escherichia coli</i>	Água do mar	São Vicente - Gonzaguinha	2,690	0,318	2,056	3,323
		Santos - Boqueirão	1,882	0,323	1,240	2,525
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	1,027	0,319	0,393	1,661
	Areia seca	São Vicente - Gonzaguinha	3,565	0,366	2,837	4,293
		Santos - Boqueirão	3,999	0,345	3,313	4,686
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	4,672	0,294	4,086	5,257
	Areia úmida	São Vicente - Gonzaguinha	3,022	0,313	2,399	3,646
		Santos - Boqueirão	3,008	0,320	2,372	3,645
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	1,943	0,308	1,330	2,555
Enterococos	Água do mar	São Vicente - Gonzaguinha	1,704	0,299	1,109	2,299
		Santos - Boqueirão	1,269	0,304	0,665	1,873
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	0,580	0,299	-0,015	1,176
	Areia seca	São Vicente - Gonzaguinha	3,367	0,344	2,684	4,051
		Santos - Boqueirão	3,251	0,324	2,606	3,896
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	4,279	0,276	3,729	4,829
	Areia úmida	São Vicente - Gonzaguinha	3,140	0,294	2,554	3,725
		Santos - Boqueirão	3,113	0,301	2,515	3,710
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	1,978	0,289	1,403	2,553
<i>Staphylococcus coagulase (+)</i>	Água do mar	São Vicente - Gonzaguinha	0,712	0,325	0,066	1,359
		Santos - Boqueirão	0,414	0,33	-0,242	1,070
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	0,197	0,325	-0,450	0,843
	Areia seca	São Vicente - Gonzaguinha	1,161	0,374	0,418	1,904
		Santos - Boqueirão	0,898	0,352	0,197	1,598
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	0,950	0,300	0,353	1,548
	Areia úmida	São Vicente - Gonzaguinha	0,778	0,320	0,141	1,414
		Santos - Boqueirão	0,623	0,327	-0,027	1,272
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	0,281	0,314	-0,343	0,906
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Água do mar	São Vicente - Gonzaguinha	0,993	0,291	0,414	1,573
		Santos - Boqueirão	0,689	0,296	0,101	1,277
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	0,463	0,292	-0,116	1,043
	Areia seca	São Vicente - Gonzaguinha	1,347	0,335	0,681	2,013
		Santos - Boqueirão	1,871	0,316	1,243	2,499
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	1,951	0,269	1,415	2,486
	Areia úmida	São Vicente - Gonzaguinha	0,886	0,287	0,316	1,456
		Santos - Boqueirão	1,190	0,293	0,608	1,772
		Guarujá - Pitangueiras (Puglisi)	0,597	0,282	0,036	1,157

Efeitos ajustados para a temperatura do ar = 24,12 e temperatura da matriz = 23,98

Anexo 26 – Estimativas para a influência da interação da matriz x chuva sobre as concentrações de microrganismos

Microrganismo (log) Variável dependente	Chuva 24 horas	Matriz	Média	Erro	I.C. 95%	
					LI	LS
Coliformes termotolerantes	Não	Água do mar	1,831	0,517	0,803	2,860
		Areia seca	5,078	0,536	4,012	6,144
		Areia úmida	2,999	0,510	1,983	4,014
	Sim	Água do mar	2,280	0,234	1,814	2,746
		Areia seca	4,330	0,238	3,856	4,804
		Areia úmida	2,907	0,231	2,447	3,368
<i>Escherichia coli</i>	Não	Água do mar	1,787	0,552	0,690	2,884
		Areia seca	4,342	0,572	3,205	5,479
		Areia úmida	2,881	0,544	1,798	3,963
	Sim	Água do mar	1,946	0,250	1,449	2,443
		Areia seca	3,815	0,254	3,310	4,320
		Areia úmida	2,435	0,247	1,944	2,926
Enterococos	Não	Água do mar	0,596	0,518	-0,434	1,627
		Areia seca	3,728	0,537	2,661	4,796
		Areia úmida	2,849	0,511	1,832	3,866
	Sim	Água do mar	1,773	0,235	1,306	2,239
		Areia seca	3,537	0,239	3,062	4,012
		Areia úmida	2,638	0,232	2,177	3,099
<i>Staphylococcus coagulase (+)</i>	Não	Água do mar	0,502	0,563	-0,617	1,621
		Areia seca	1,198	0,583	0,038	2,358
		Areia úmida	1,011	0,555	-0,094	2,115
	Sim	Água do mar	0,380	0,255	-0,127	0,887
		Areia seca	0,808	0,259	0,292	1,324
		Areia úmida	0,111	0,252	-0,390	0,612
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Não	Água do mar	0,750	0,504	-0,253	1,754
		Areia seca	1,785	0,523	0,745	2,825
		Areia úmida	0,778	0,498	-0,212	1,769
	Sim	Água do mar	0,680	0,229	0,226	1,135
		Areia seca	1,661	0,232	1,199	2,124
		Areia úmida	1,004	0,226	0,555	1,453

Efeitos ajustados para a temperatura do ar = 24,12 e temperatura da água = 23,98

Anexo 27 – Trabalho apresentado sob forma de pôster no 25º Congresso Brasileiro de Microbiologia/2009

ÁREA: Microbiologia Geral e Meio Ambiente (Divisão L); SUB-AREA: L04 - Microbiologia e tratamento de esgotos, Resumo ID: 2271-2

AVALIAÇÃO SANITÁRIA DAS ÁGUAS E AREIAS DE PRAIAS DA BAIXADA SANTISTA, SP

Pinto KC¹; Razzolini MTP²; Hachich EM¹; Lamparelli CC¹; Coelho MCLS¹

1. CETESB; Agência Ambiental do Estado de São Paulo; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 CEP: 05459900
2. FSP/USP; Faculdade de Saúde Pública/ Univ. São Paulo; Av. Dr. Arnaldo, 715 CEP: 01246904

Introdução: O Brasil possui em sua área costeira grandes metrópoles e diversas atividades humanas são desenvolvidas nessas regiões. A população litorânea pode dobrar no verão e a insuficiência dos sistemas de saneamento leva à poluição dos recursos hídricos. A poluição fecal de águas recreacionais pode causar agravos à saúde pela presença de microrganismos patogênicos. Estudos apontam níveis elevados de indicadores de contaminação fecal nas areias e estas podem ser fonte de risco à saúde dos usuários, fato preocupante por este ambiente constituir-se em uma importante área de lazer para adultos e crianças.

Materiais e métodos: Para avaliar a qualidade sanitária de praias da Baixada Santista, amostras de água, areia úmida e areia seca das praias Gonzaguinha/São Vicente, Boqueirão/Santos e Pitangueiras/Guarujá, estão sendo coletadas mensalmente em 2009. São avaliados indicadores de contaminação como coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, enterococos, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e dermatófitos. As amostras de água são analisadas pela técnica da membrana filtrante e as amostras de areia, pela técnica de tubos múltiplos. Para dermatófitos, as amostras de água são avaliadas pela técnica de membrana filtrante e as amostras de areia são analisadas pela técnica de *Spread Plate* e pela técnica da isca de cabelo.

Discussão dos resultados: Os resultados das amostras coletadas no 1º semestre de 2009 apontaram densidades dos indicadores fecais mais elevadas nos 3 primeiros meses e maiores na areia seca. *S. aureus* esteve presente em 37% das amostras, *P. aeruginosa* em 68,5%, ambos com densidades maiores na areia seca e *C. albicans* em 7,4%, presente somente na água. Até o momento não foram encontrados dermatófitos.

Conclusão: Os resultados das amostras de água indicam, pelos níveis elevados de indicadores fecais e menores níveis de *S. aureus* e *P. aeruginosa*, que as fontes de esgotos devem ser controladas. Os resultados das amostras de areia apontaram a necessidade de limpeza superficial e permanente destas para evitar a disponibilidade de nutrientes que podem ser usados pelos microorganismos, assim como educação sanitária e ambiental aos usuários das praias.

Anexo 28 - Curriculum Lattes

Karla Cristiane Pinto
Dra Maria Tereza Pepe Razzolini