

Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas

Diversity of indicator microorganisms in the evaluation of sea recreational beach sand fecal contamination: current knowledge and perspectives

Diversidad de los microorganismos indicadores utilizados en la evaluación de la contaminación fecal de las arenas de playas marinas recreacionales: conocimiento actual y perspectivas

*Aline Bartelochi Pinto**

*Ana Julia Fernandes Cardoso de Oliveira***

RESUMO: Embora a qualidade de águas recreacionais marinhas já seja monitorada por programas implantados em vários estados brasileiros, incluindo o Estado de São Paulo, pouca atenção tem sido dada às areias de praias, as quais têm sido desconsideradas do ponto de vista da saúde pública. Entretanto, esse panorama vem mudando nos últimos anos devido ao aumento dos casos de micoses e infecções bacterianas contraídas por pessoas que frequentam as praias e utilizam suas areias como local de recreação. Isso tem ocasionado maiores preocupações com a contaminação desse ambiente, também mensurável pelo aumento do número de trabalhos científicos sobre a microbiota de sedimentos e areias de praias recreacionais. Atualmente, sabe-se que, de maneira geral, esses sedimentos contêm mais microrganismos do que a própria coluna de água, sendo, portanto, fontes potenciais de contaminação de humanos por microrganismos patogênicos. Os resultados de trabalhos realizados em vários países são preocupantes e têm demonstrado a necessidade da determinação de padrões e limites para que sejam implantados programas de monitoramento da qualidade microbiológica das areias de praias. Tal preocupação é especialmente destacada no Brasil, país de clima tropical onde milhares de praias, utilizadas para recreação, se estendem por quase oito mil quilômetros de litoral. No contexto da Baixada Santista, estudos realizados têm mostrado que, em determinadas situações, as areias de praias podem conter mais microrganismos de que suas águas, o pode oferecer riscos à saúde de seus usuários.

PALAVRAS-CHAVE: Areia. Microrganismos – indicadores de contaminação. *Escherichia coli*.

ABSTRACT: Although the quality of sea recreational waters is already monitored by programs implanted in some Brazilian states, including the State São Paulo, little attention has been given to beach sands, which have been disregarded from the point of view of public health. However, this panorama is changing in recent years due to an increasing number of cases of mycoses and bacterial infections affecting people who frequent beaches and use sands as recreation places. This has caused greater concerns with the contamination of this environment, also measurable by the increase of the number of scientific works on sediments and recreational beach sands microbiota. Currently one knows that in general these sediments contain more microorganisms than the water and are therefore potential sources of contamination of human beings by pathogenic microorganisms. The results of works carried through in some countries are worrying, and have demonstrated the necessity of establishing standards and limits so that monitoring programs of the microbiological quality of beach sands are implanted. Such concern is especially high in Brazil, a country of a tropical climate where thousands of beaches, used for recreation, extend for almost eight thousand kilometers of the coast. In the context of Baixada Santista, studies carried through have shown that in certain situations beach sands can contain more microorganisms than waters and may be a risk to the health of users.

KEYWORDS: Sand. Microorganisms – contamination indicators. *Escherichia coli*.

RESUMEN: Aunque la calidad de las aguas marinas recreacionales sea supervisada ya por programas implantados en algunos estados brasileños, incluyendo el estado São Paulo, poca atención se ha dado a las arenas de las playas, que se han desatendido desde el punto de vista de la salud pública. Sin embargo, este panorama está cambiando estos últimos años debido a un número cada vez mayor de casos de micosis e infecciones bacterianas que afectan a la gente que usa las playas y las arenas como lugares de recreo. Esto ha causado mayores preocupaciones con la contaminación de este ambiente, también mensurable por el aumento del número de trabajos científicos sobre los microorganismos de sedimentos y de las arenas de playas recreacionales. Se sabe hoy que en general estos sedimentos contienen más microorganismos que el agua y que son por lo tanto fuentes potenciales de contaminación de seres humanos por microorganismos patógenos. Los resultados de los trabajos ejecutados en algunos países son alarmantes, y han demostrado la necesidad de establecer estándares y límites para implantar programas de supervisión de la calidad microbiológica de las arenas de las playas. Tal preocupación es especialmente alta en el Brasil, un país de clima tropical en donde millares de playas, usados para el recreo, se extienden en casi ocho mil kilómetros de la costa. En el contexto de Baixada Santista, los estudios ejecutados han demostrado que en ciertas situaciones las arenas de la playa pueden contener más microorganismos que las aguas y que pueden ser un riesgo a la salud de usuarios.

PALABRAS-LLAVE: Arena. Microorganismos – indicadores de contaminación. *Escherichia coli*.

* Bióloga. Mestranda em Microbiologia Aplicada do Instituto de Biotecnologia da UNESP de Rio Claro.

** Professor Assistente Doutor – Laboratório de Microbiologia Marinha UNESP – Campus Experimental do Litoral Paulista. E-mail: ajulief@clp.unesp.br

Areias de praias, microrganismos e saúde pública

As regiões costeiras são complexas do ponto de vista conceitual e incluem baías, estuários e extensas áreas semifechadas, nas quais se concentram o desenvolvimento populacional. As principais concentrações urbanas do mundo ocupam esse ambiente, exceto a Cidade do México e a Região Metropolitana de São Paulo. Embora a relação existente entre o aumento populacional nas regiões litorâneas e as alterações no ambiente seja amplamente reconhecida, somente nos últimos anos começou-se a dar atenção aos impactos que o intenso desenvolvimento dessas áreas pode causar ao ecossistema marinho, no que diz respeito às suas características físico-químicas, biológicas e à saúde das populações.

Em relação à saúde pública, o principal problema é que o crescimento das populações humanas em cidades litorâneas nem sempre é acompanhado da melhora da infraestrutura de saneamento básico. Nesses casos, os esgotos domésticos são lançados diretamente ao mar, e sem qualquer tipo de tratamento, levando com ele uma variedade de microrganismos patogênicos¹.

Além da ausência de sistemas de tratamento de esgotos, outros fatores podem propiciar o aumento da contaminação das praias: o dimensionamento inadequado de emissários e sistemas de tratamento de esgotos; a existência de ligações inadequadas da rede de esgoto à rede pluvial; a existência de córregos fluindo ao mar; a ocorrência de chuvas; e as condições de maré².

Na Baixada Santista, o uso de águas costeiras para várias atividades recreacionais, tais como, a natação, o mergulho, os esportes náuticos e a pesca, atrai pessoas para as regiões litorâneas e incre-

menta o turismo. Em algumas áreas, a atividade turística torna-se a principal (senão única) fonte de receita dos municípios, tornando evidente a necessidade de manter a qualidade das águas recreacionais e das areias das praias.

Se as águas marinhas forem poluídas por esgotos, sua utilização para recreação de contato primário ou seja, aquela na qual o indivíduo tem contato direto com a água, pode levar o banhista a contrair uma variedade de moléstias infecciosas causadas por bactérias, vírus, fungos e protozoários. As doenças de maior incidência, associadas à natação, são aquelas do trato gastrointestinal. Podem ocorrer, desde infecções mais graves como: gastroenterites; hepatite A; cólera e febre tifóide, até outras, causadas por patógenos oportunistas e não relacionadas ao trato gastrointestinal, como: dermatoses; conjuntivite; otite; e as da região da nasofaringe¹.

Embora a qualidade de águas recreacionais marinhas já seja monitorada por programas implantados em vários estados brasileiros, incluindo o Estado de São Paulo, pouca atenção tem sido dada às areias de praias que frequentemente têm sido desconsideradas do ponto de vista da saúde pública. Entretanto, esse panorama vem mudando nos últimos anos devido à incidência de micoses e infecções bacterianas contraídas por pessoas que frequentam as praias e utilizam suas areias como local de recreação. Esse fato tem despertado cada vez mais a preocupação da comunidade científica com a contaminação desse ambiente.

Atualmente, é de conhecimento que os sedimentos entre eles, as areias de praias recreacionais, podem também ser uma fonte importante de microrganismos patogênicos^{3,4,5,6}, uma vez que os grãos de areia oferecem um microhabitat que promove a sobrevivência desses organismos⁷.

Estudos têm mostrado que as areias de praia podem apresentar densidades elevadas de microrganismos^{7,8}. Bactérias, inclusive bactérias fecais^{9,10}, podem sobreviver mais tempo na areia das praias e em sedimentos, ao contrário das bactérias livres na água, pois podem se aderir a partículas do sedimento⁶. Devido à alta quantidade de detritos orgânicos associados a essas partículas, bactérias podem sobreviver neste ambiente por longos períodos^{9,11,12,13}, por encontrarem condições favoráveis de nutrientes^{14,15,16}, proteção contra a luz solar^{17,18} e contra a predação por protozoários¹⁹.

Além disso, as areias das praias sofrem a ação da lavagem pela água do mar e pela água de drenagem urbana durante as chuvas, as quais podem apresentar altas densidades de microrganismos. Em situações de chuvas extremas e alta ocupação, essas areias também recebem lixo, fezes e urina de animais e secreções do corpo de humanos. Todos esses fatores podem contribuir para a proliferação e a disseminação de bactérias, fungos, vírus e parasitas patogênicos.

Tendo em vista que os frequentadores das praias tendem a gastar a maior parte de seu tempo em contato com a areia, as areias de praias contaminadas talvez apresentem mais risco à saúde das pessoas do que o contato com a própria água^{7,5}. As crianças compõem um grupo de risco em particular, pois passam muito tempo brincando na areia e são mais suscetíveis a doenças associadas a essa contaminação.

Influência da areia na qualidade da água do mar

Tanto fatores naturais como regime de ondas, marés, correntes de deriva litorânea, descarga fluvial, vento e tempestades²⁰, quanto fatores antropogênicos, tais como,

movimentação de barcos e veículos e atividades de recreação, influenciam na dinâmica sedimentar de uma praia e nas características dos grãos de sedimentos. Desse modo, tais fatores interferem, também, indiretamente, tanto na colonização microbiana dos grãos de sedimento quanto na ressuspensão dos mesmos.

A ressuspensão de sedimento que contém altas densidades de microrganismos pode contribuir significativamente para que as bactérias acumuladas na areia sejam liberadas para coluna de água, aumentando seu número na água^{9,21,22,23} e, conseqüentemente, trazendo riscos à saúde dos banhistas.

Resultados do trabalho de Crabill²¹ mostraram que a ressuspensão de sedimentos em areias de praias, causada pela atividade recreacional e por eventos de tempestade durante o verão, impactava negativamente na qualidade das águas. Conclusão semelhante foi obtida por Elmanama, et al²⁴, que observaram maior liberação de bactérias a partir da areia ressuspensa e misturada, durante os eventos de chuvas intensas coincidentes com a preamar.

Estudos realizados em praias do Estado de São Paulo^{25,26} mostraram a existência de uma alta correlação entre a densidade de bactérias na água e a densidade bacteriana na areia úmida. Essa correlação indicou que, dependendo das condições ambientais e hidrodinâmicas, as bactérias da coluna de água podem ser depositadas no sedimento ou as bactérias do sedimento podem ser ressuspensas para a coluna de água. Desse modo, o acúmulo de bactérias em areias de praias pode comprometer significativamente a qualidade da água do mar²⁷ quando da ocorrência de eventos que promovam a ressuspensão do sedimento, o que poderia, algumas vezes, explicar níveis elevados de microrganismos em

águas consideradas pouco impactadas pelo despejo de esgotos domésticos.

Indicadores de contaminação fecal

A detecção e a quantificação de indicadores em areias recreacionais são de grande importância para verificar o risco da presença de microrganismos patogênicos neste ambiente^{28,29}.

Trabalhos realizados com o objetivo de contribuir para o estudo da contaminação de areias de praia têm utilizado como microrganismos indicadores a bactéria *Escherichia coli* e a levedura *Candida albicans*^{4,30}. Porém, estudos mais recentes indicam que as bactérias do gênero *Enterococcus* parecem se acumular mais na areia do que as da espécie *Escherichia coli*³.

Candida albicans

O gênero *Candida* é composto por mais de 250 espécies³¹, e as micoses causadas por estas leveduras são as mais frequentes³², sendo a espécie *Candida albicans* o agente etiológico de maior importância nesse tipo de infecção. Essa espécie oportunista é habitante normal do trato gastrointestinal de humanos, outros mamíferos e aves³³. No homem, ela também é encontrada na pele, cavidade oral e vagina, causando infecções nessas regiões^{34,35}.

Outras espécies como *C. tropicalis*, *C. krusei* e *C. glabrata* também podem ser encontradas na flora normal humana e de animais de sangue quente³³, tendo sido relatadas como importantes patógenos oportunistas a partir da década de 1980^{36,37,38}.

Embora infecções endógenas seguidas de colonização sejam o principal meio de transmissão fúngica, a aquisição após o contato com a água contaminada pode ocorrer e provocar surtos^{39,40}. Devido à

preocupação constante ligada aos problemas de poluição das águas e, em particular, as recreacionais²⁹, é apropriado considerar estes microrganismos como potenciais indicadores de qualidade da água⁴¹.

Enterococcus sp

Bactérias do gênero *Enterococcus* são organismos comensais do trato gastrointestinal de muitas espécies de animais homeotérmicos, incluindo o homem, e podem ser encontradas em muitos habitats, provavelmente devido à disseminação de excretas de animais e à alta persistência desses microrganismos no ambiente⁴². Essas bactérias podem tolerar uma ampla variedade de condições de crescimento, incluindo diferentes temperaturas, ambientes hipotônicos (ácidos ou alcalinos) e sais biliares concentrados⁴³.

Os Enterococos se diferenciam dos Estreptococos porque podem crescer em pH 9,6, em meio de cultura com 6,5% de NaCl, a temperaturas de 10°C a 45°C e sobreviver por até 30 minutos a 60°C^{42,44}.

Embora algumas bactérias do gênero *Enterococcus* integrem a microbiota natural dos tratos gastrointestinal e geniturinário, podem causar várias infecções, como as do trato urinário, bacteremias nosocomiais, endocardite e infecções de feridas, entre outras^{42,43,45}.

Escherichia coli

A bactéria *Escherichia coli* tem sido amplamente utilizada como indicador de contaminação de origem fecal. O habitat natural e principal reservatório de *E. coli* é o trato intestinal do homem e outros animais homeotérmicos⁴⁶, sendo, portanto, abundante em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Sua presença indica a possibilidade da existência de outros microrganismos, entre estes, aqueles patogênicos ao homem.

A *E. coli* pertence à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano⁴⁷.

Embora a maioria das cepas de *E. coli* não seja patogênica, podem ocorrer doenças devidas à disseminação dessa bactéria intestinal em outros órgãos ou, nos casos de enterites ou meningite, à invasão por cepas patogênicas diferentes daquelas normais do indivíduo.

Qualidade de areias de praias e a legislação

Devido à importância das areias recreacionais como fonte potencial de contaminação por patógenos, principalmente de microrganismos causadores de doenças gastrointestinais, demonstrada por estudos realizados em diversos países (Tabela 1), torna-se evidente, do ponto de vista da saúde pública, a necessidade da determinação de padrões e limites para o monitoramento da qualidade microbiológica dessas areias.

Estudos realizados em Portugal^{4,48} verificaram o potencial das areias de praias como fonte de contaminação por patógenos e, a partir dos resultados obtidos, sugeriram padrões para avaliação da qualidade microbiológica desse ambiente (Tabela 2).

Embora não existam na legislação brasileira padrões e limites estabelecidos para areia de praias, a resolução CONAMA 274/2000, em seu Artigo 80, recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições microbiológicas e parasitológicas da areia, para futuras padronizações.

No Brasil, apesar das limitações do sistema de informações em saúde, há registros no AIH/DATA-

SUS, em anos mais recentes⁴⁹, de que mais de 600 mil internações por ano ocorrem devido a doenças infecciosas intestinais, causando quase 8 mil mortes, o que representa uma perda econômica significativa para o país e um importante prejuízo à saúde da população. Diante desse fato, medidas que visem a contribuir para uma melhor qualidade de saúde da população, como a implementação da infraestrutura de saneamento básico e o monitoramento da qualidade de águas e de sedimentos, possibilitando a prevenção de doenças relativamente simples de serem evitadas, como aquelas de veiculação hídrica, podem colaborar com uma economia significativa de recursos, tempo e mão de obra dos serviços de saúde.

Densidades de microrganismos indicadores de contaminação fecal e ocorrência de bactérias resistentes nas areias de praias

A detecção e a quantificação de indicadores em areias recreacionais são de grande importância para verificar o risco da presença de microrganismos patogênicos nesse ambiente²⁹.

Os resultados de trabalhos realizados em vários países encontram-se resumidos na Tabela 1 e são relativos ao isolamento e à densidade de microrganismos em sedimentos e areias de praias recreacionais marinhas e de água doce. Apesar das peculiaridades de cada trabalho, todos os resultados obtidos têm em comum o fato de terem sido observadas maiores densidades de microrganismos em areias de praias do que em suas águas. De maneira geral, a areia seca apresentou maiores densidades de microrganismos comparativamente à areia úmida.

Os maiores valores também foram observados nos períodos de maior fluxo de pessoas às regiões objetos de estudo.

No caso da areia seca, a qual não se encontra sob influência de marés e ondas, a maioria destas bactérias não está vindo da água do mar, mas de outras fontes de poluição como água de drenagem continental, animais nas praias, esgotos, lixo orgânico acumulado, entre outras^{25,50}.

Resultados do trabalho de Crabbill²¹ mostraram densidades de indicadores de contaminação fecal maiores em sedimentos do que na coluna de águas recreacionais no Arizona. Obiri-Danso, Jones²² e Alm, et al³ obtiveram resultados semelhantes em estudos realizados em sedimentos de águas interiores recreacionais da Inglaterra e do Lago Michigan, respectivamente. Obiri-Danso, Jones²² isolaram *E. coli*, Enterococos e *Campylobacter jejuni* em amostras de sedimento, e os resultados demonstraram que os sedimentos de áreas recreacionais de água doce podem ser reservatórios importantes de bactérias patogênicas.

Tais observações foram semelhantes aos resultados obtidos em estudos realizados por vários autores^{7,8,24,51}, nos quais os sedimentos e as areias de praias recreacionais marinhas apresentaram densidades de microrganismos elevadas, muitas vezes superiores àquelas encontradas para a água.

Papadakis et al⁵ isolaram *Candida albicans*, *C. tropicalis* e *C. krusei* e *Staphylococcus aureus* em amostras de areia e de águas marinhas e obtiveram correlação positiva entre as densidades de microrganismos e o número de banhistas presentes nas praias.

Vogel, et al³¹ observaram densidades elevadas e alta diversidade de fungos em amostras de areia seca de praias da Flórida, à semelhança

Tabela 1. Valores de densidade e/ou detecção da presença de microrganismos em sedimentos e areias de praias recreacionais marinhas e de água doce, reportados pela literatura

| Microrganismo Indicador | Presença e/ou Densidade | Local | Referência |
|---|--|----------------|-------------------------|
| <i>Candida albicans</i> | Presente | São Paulo | Sanchez, et al; 1986 |
| Coliformes Fecais <i>Salmonella</i> sp <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Candida albicans</i> | Presentes | Fortaleza | Vieira, et al; 2001 |
| <i>E. coli</i> | *1,1 x 10 ⁴ UFC 100g ⁻¹ | Estados Unidos | Withman, Nevers; 2003 |
| <i>E. coli</i> Enterococos | 125 a 900 UFC 100g ⁻¹ 150 a 850 UFC 100g ⁻¹ | Estados Unidos | Alm, et al; 2003 |
| Coliformes Fecais | 2,3 x 10 ³ a 2,2 x 10 ⁵ UFC 100g ⁻¹ | Austrália | Craig, et al; 2004 |
| Coliformes Fecais Estreptococos Fecais <i>Candida albicans</i> Ovos de helmintos Cistos de Protozoários | 10 ³ – 10 ⁶ NMP 100g ⁻¹ 10 ³ – 10 ⁵ NMP 100g ⁻¹ 0 – 3,8 x 10 ³ UFC 100g ⁻¹ Presentes Presentes | São Paulo | Sato, et al; 2005 |
| Coliformes Fecais Estreptococos Fecais Fungos e Leveduras | *37 a 1,4 x 10 ⁴ UFC 100g ⁻¹ *133 a 9,5 x 10 ⁴ UFC 100g ⁻¹ *1 a 2,3 x 10 ³ UFC 100g ⁻¹ | Gaza (Egito) | Elmanama, et al; 2005 |
| <i>E. coli</i> Enterococos | 10 ¹ a 10 ⁴ 10 ¹ a 10 ⁴ | Flórida (USA) | Bonilla, et al; 2007 |
| Leveduras totais | *3,8 x 10 ⁴ UFC 100g ⁻¹ | Flórida (USA) | Vogel, et al; 2007 |
| Enterococos <i>Escherichia coli</i> | 0 – 2,0 x 10 ⁴ UFC 100g ⁻¹ 0 – 2,0 x 10 ⁴ UFC 100g ⁻¹ | São Paulo | Oliveira, et al; 2007 |
| Enterococos | 30 – 4,0 x 10 ³ UFC 100g ⁻¹ | São Paulo | Oliveira, Pinhata; 2007 |

*Valores médios

Tabela 2. Parâmetros e padrões sugeridos de indicadores de contaminação fecal para areias de praias. Valores Máximos permitidos em Unidade Formadora de Colônia por 100 gramas de areia (UFC 100g-1)

| Parâmetro | Agência Portuguesa do Ambiente (IA, 2002) | Mendes, et al (1993) |
|-------------------------|---|----------------------|
| Leveduras | 6,0 x 10 ³ | |
| <i>Candida</i> sp | | 10 ³ |
| Dermatófitos | 1,5 x 10 ³ | |
| Fungos patogênicos | 8,5 x 10 ³ | |
| Fungos Totais | 5,6 x 10 ⁴ | |
| Coliformes Totais | 1,0 x 10 ⁴ | 10 ⁶ |
| Coliformes Fecais | | 10 ⁵ |
| <i>Escherichia coli</i> | 2,0 x 10 ³ | |
| Enterococos | 2,0 x 10 ³ | |

do que foi observado por Menezes, et al⁵² e Vieira, et al³⁰ em praias de Fortaleza (CE). Nas praias da Flórida, a levedura *Candida tropicalis* foi a levedura encontrada com maior frequência³¹.

Além de serem fontes potenciais de contaminação de humanos por patógenos, as águas recreacionais marinhas que recebem esgotos domésticos, bem como também suas areias, podem contribuir para

o estabelecimento de rotas de disseminação de microrganismos carreadores de genes de resistência a antimicrobianos⁵³.

A resistência bacteriana é um problema crescente no mundo

tudo, gerado por processos de seleção consequentes ao uso massivo de antibióticos⁵⁴. O despejo de efluentes provenientes de ambientes fortemente seletivos para cepas resistentes, tais como hospitais, indústrias, atividades veterinárias, aquicultura, entre outras, tem levado a um aumento da distribuição e da frequência de genes bacterianos de resistência, inclusive em ambientes aquáticos⁵⁵.

Em relação à resistência a antimicrobianos, um dos gêneros mais importantes é o *Enterococcus*⁴³. Recentemente, infecções por bactérias do grupo Enterococos tornaram-se um grande desafio terapêutico devido ao aumento da incidência e da variabilidade de cepas resistentes⁵⁶, sendo os fenótipos de resistência mais importantes aqueles relacionados aos aminoglicosídeos (estreptomina e gentamicina), betalactâmicos (amoxicilina e ampicilina) e glicopeptídeos (teicoplanina e vancomicina)⁴⁵. Essas bactérias, além de apresentarem resistência intrínseca a muitos antimicrobianos, como penicilinas, cefalosporinas, aminoglicosídeos e clindamicina, podem, também, pela conjugação, adquirir genes de resistência presentes em plasmídeos⁴³ e disseminá-los a bactérias da mesma espécie ou de espécies diferentes⁵⁷.

As principais espécies causadoras de infecção no homem são o *Enterococcus faecalis* e o *Enterococcus faecium*, as quais possuem pequena sensibilidade aos aminoglicosídeos e a penicilina G, moderada sensibilidade a ampicilina e ao cloranfenicol, mas são bastante sensíveis aos glicopeptídeos⁵⁸.

A presença, em areias de praias, de Enterococos que exibam resistência a antibióticos é de grande interesse, devido à possível relação existente entre as infecções causadas por essas bactérias e as atividades recreacionais.

O contexto da baixada santista

Segundo a Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM), as principais atividades dos municípios que compõem essa região são baseadas no lazer, no veraneio e no turismo. A população flutuante representa um contingente expressivo em determinados períodos do ano, chegando a atingir, no verão e carnaval, mais que o dobro da população residente.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, durante o período de verão, o impacto gerado pelo aumento da carga orgânica lançada nos corpos de água utilizados como receptores de esgotos²⁵ é agravado pelo alto índice de pluviosidade. A proximidade da região à Serra do Mar provoca a ocorrência de períodos com chuvas intensas nos meses de novembro a março e períodos mais secos nos demais meses do ano². Sendo assim, além da sobrecarga dos emissários submarinos nesta época do ano, devido ao significativo aumento populacional, o sistema hidrográfico e as águas de drenagem urbana são, também, meios de transporte dos resíduos terrestres que atingem o mar, provocando a piora da qualidade das praias e para a contaminação de suas areias.

A contaminação da areia de praias recreacionais na Baixada Santista não é um fato novo. Os resultados de um trabalho realizado em praias do Estado de São Paulo por Sanchez, et al⁵⁹ a partir do qual foi isolada a levedura *Candida albicans* em várias amostras de areia, já indicavam a necessidade da determinação de padrões sanitários e de monitoramento da qualidade de areias recreacionais.

Mais recentemente, estudos realizados em duas praias do município de São Vicente mostraram maiores densidades de Enteroco-

cos (0 a $2,0 \times 10^4$ UFC $100g^{-1}$) nas areias das praias estudadas, comparativamente aos valores obtidos para a água do mar²⁶. Amostras de areia seca apresentaram densidades mais elevadas de bactérias, quando comparadas àquelas de areia úmida (Figura 1). Resultados similares foram obtidos por Sato, et al²⁵, que avaliaram a qualidade sanitária da água, areia seca e areia úmida de 16 praias do Estado de São Paulo.

Oliveira, Pinhata⁵⁰ avaliaram a ocorrência de cepas de Enterococos resistentes a agentes antimicrobianos, isoladas a partir de amostras de areias de Praias do Município de São Vicente (SP). As espécies de Enterococos predominantes foram *E. faecalis*, seguida por *E. faecium*, espécies caracterizadas como sendo de origem humana. A porcentagem de cepas bacterianas resistentes variou de 35,7 a 66,7%.

Na areia da praia do Gonzaguinha foram isoladas cepas resistentes a quatro grupos de antibióticos – macrolídeos e tetraciclina (36,4%); aminoglicosídeos (22,7%); e betalactâmicos (4,5%); enquanto que, as cepas da Praia da Ilha Porchat exibiram resistência a três grupos de antibióticos – macrolídeos e tetraciclina (40%) e aminoglicosídeos (20%) (Figura 2).

No município do Guarujá, duas praias, uma mais impactada (Praia de Pitangueiras) e a outra classificada como própria ao banho durante a maior parte do ano, sendo inclusive candidata à certificação pela Bandeira Azul (Praia do Tombo), foram estudadas quanto à variação espaço-temporal das densidades de bactérias do gênero *Enterococcus* e de leveduras do gênero *Candida*. Embora as densidades de Enterococos na água do mar, em ambas as praias, tenham ficado abaixo do limite estabelecido pela legislação durante o período de estudo, as densidades de Enterococos e de *C. albicans* obtidas nas amostras de

Figura 1. Densidades de Enterococos na água do mar (Unidades Formadoras de Colônias – UFC 100 ml⁻¹), na areia úmida e na areia seca (UFC 100 g⁻¹), nas Praias da Ilha Porchat e do Gonzaguinha, São Vicente-SP

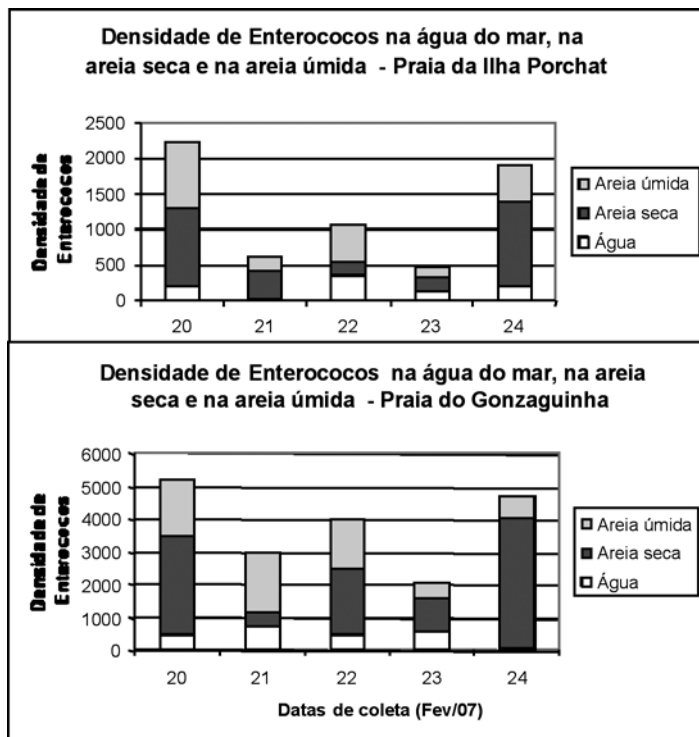
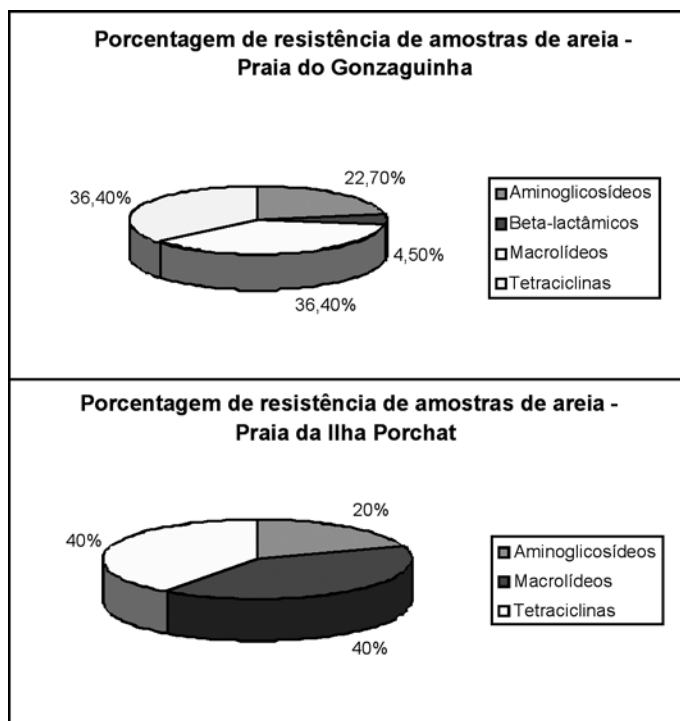


Figura 2. Porcentagem de resistência das cepas isoladas das areias das Praias do Gonzaguinha e da Ilha Porchat, de acordo com o grupo de antimicrobianos



areia foram elevadas. Nas amostras de areia de ambas as praias, foram encontradas grande variedade de espécies de *Candida* (*C. tropicalis*, *C. krusei* e *C. glabrata*; *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. glabrata* e *C. albicans*, respectivamente).

Uma comparação entre as densidades de microrganismos em sedimentos e areias de praias obtidas em vários trabalhos (Tabela 1) e os padrões sugeridos por Mendes, et al⁴ e pela Agência Ambiental Portuguesa (Tabela 2) mostram que sua qualidade microbiológica estaria comprometida na maioria dos períodos analisados.

Conclusões

A existência de altas densidades de bactérias de origem fecal como os *Enterococcus* sp e *Escherichia coli*, e de leveduras de origem humana como as espécies de *Candida*, nas areias de praias recreacionais, é um resultado preocupante que sugere que programas de monitoramento das areias de praias recreacionais devem ser prontamente estabelecidos no Brasil e internacionalmente como parte das legislações ambientais.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization (WHO). Guidelines for safe recreational-water environments. Volume 1: coastal and fresh-waters. Draft for consultation. WHO/EOS/98.14. Geneva: World Health Organization; 1998. 208 p.
2. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). Relatório de qualidade das águas litorâneas do Estado de São Paulo: balneabilidade das praias 2006. São Paulo: CETESB; 2007.
3. Alm EW, Burke J, Spain A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. *Water Res.* 2003;37:3978-82.
4. Mendes B, Nascimento MJ, Oliveira JS. Preliminary characterization and proposal of microbiological quality standard of sand beaches. *Water Sci Technol.* 1993;27:453-6.
5. Papadakis JA, Mavridou A, Richardson SC, Lampiri M, Marcelou U. Bather-related microbial and yeast populations in sand and seawater. *Water Res.* 1997;31:799-804.
6. Whitman RL, Nevers MB. Foreshore sand as a source of *Escherichia coli* in nearshore water of a lake Michigan Beach. *Appl Environ Microbiol.* 2003;69(9):5555-62.
7. Ghinsberg RC, Leibowitz P, Witkin H, Mates A, Seiner Y, Bar DL, Nitzan Y, Rogol M. Monitoring of selected bacteria and fungi in sand and seawater along the Tel Aviv coast. *MAP Tech Rep Ser.* 1994;87:65-81.
8. Oshiro R, Fujioka R. Sand, soil and pigeon droppings: sources of indicator bacteria in the waters of Hanauma Bay, Oahu, Hawaii. *Water Sci Technol.* 1995;31:251-54.
9. LaLiberte P, Grimes DJ. Survival of *Escherichia coli* in lake bottom sediment. *Appl Environ Microbiol.* 1982;43:623-8.
10. Obiri-Danso DK, Jones K. Intertidal sediments as reservoirs for hippurate negative campylobacters, salmonellae and fecal indicators in three EU recognised bathing waters in North West England. *Water Res.* 2000;34(2):519-27.
11. Chan KY, Wong SH, Mak CY. Effects of bottom sediments on the survival of *Enterobacter aerogenes* in seawater. *Mar Pollut Bull.* 1979;10:205-10.
12. Burton GA, Gunnison DJR, Lanza GR. Survival of pathogenic bacteria in various freshwater sediments. *Appl Environ Microbiol.* 1987;53:663-8.
13. Darakas E. *E. coli* kinetics: effect of temperature on the maintenance and respectively the decay phase. *Environ Monit Assess.* 2002;78:101-10.
14. Davies CM, Long JAH, Donald M, Ashbolt NJ. Survival of fecal microorganisms in marine and freshwater sediments. *Appl Environ Microbiol.* 1995;61(5):1888-96.
15. Brunke M, Fischer H. Hyporheic bacteria – relationships to environmental gradients and invertebrates in a prealpine stream. *Arch Hydrobiol.* 1999;146(2):189-217.
16. Villar C, De Cabo L, Vaithyanathan P, Bonetto C. Porewater N and P concentration in a floodplain marsh of the Lower Parana River. *Hydrobiologia.* 1999;392(1):65-71.
17. Sinton LW, Hall CH, Lynch PA, Davies-Colley RJ. Sunlight inactivation of fecal indicator bacteria and bacteriophages from waste stabilization pond effluent in fresh and saline waters. *Appl Environ Microbiol.* 2002;68(3):1122-31.
18. Davies-Colley RJ, Donnison AM, Speed DJ, Ross CM, Nagels JW. Inactivation of fecal indicator microorganisms in waste stabilization ponds: interactions of environmental factors with sunlight. *Water Res.* 1999;33(5):1220-30.
19. Davies CM, Bavor HJ. The fate of stormwater associated bacteria in constructed wetland and water pollution control pond systems. *J Appl Microbiol.* 2000;89(2):349-60.
20. Suguio K. Tópicos de Geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. *Geologia USP: Série Didática.* 2003;2(1):1-40.
21. Crabill C, Donald R, Snelling J, Foust R, Southam G. The impact of sediment fecal coliform reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek. *Water Res.* 1999;33(9):2163-71.
22. Obiri-Danso DK, Jones K, Paul N. The effect of the time of sampling on the compliance of bathing water in NW England with the EU Directive on bathing water quality. *J Coast Conserv.* 1999;5(1):51-8.
23. An YJ, Kampbell DH, Breidenbach GP. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environ Pollut.* 2002;120(3): 771-8.
24. Elmanama AA, Fahd MI, Abdallah AS, S, Bahr S. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. *Environ Res.* 2005;99:1-10.
25. Sato MIZ, Bari MD, Lamparelli CC, Truzzi AC, Coelho MCLS, Hachich EM. Sanitary quality of sands from marine recreational beaches of São Paulo. *Braz J Microb.* 2005;36(4):321-6.

26. Oliveira AJFC, Pinto AB, Siqueira VP, França PTR, Samico ML, Pinhata JMW, Fontes RFC. Densidade de *Escherichia coli* e de *Enterococcus* sp em areias de praias do Município de São Vicente, Estado de São Paulo, e sua relação com a qualidade de águas recreacionais marinhas. In: XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR; 2007 abr 15-19. Florianópolis: Associação Latinoamericana de Pesquisadores em Ciências do Mar/Associação Brasileira de Oceanografia; 2007.
27. Bonilla TD, Nowosielski K, Cuvelier M, Hartz A, Green M, Esiobu N, Mccorquodale DS, Fleisher JM, 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. *Mar Pollut Bull.* 2007;54:1472-82.
28. Cabelli VJ, Dufour AP, McCabe LJ, Levin MA. Swimming-associated gastroenteritis and water quality. *Am J Epidemiol* Apr. 1982; 115(4):606-16.
29. Cabelli VJ. Health effects criteria for marine recreational waters. Research Triangle Park: USEPA; 1983. 98 p. EPA-600/1-80-031.
30. Vieira RHSE, Rodrigues DP, Menezes EA, Evangelista NSS, Reis EMF, Barreto LM, Gonçalves FA. Microbial contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Braz J Microbiol.* 2001;32:77-80.
31. Vogel C, Rogerson A, Schatz S, Laubach H, Tallman A, Fell J. Prevalence of yeasts in beach sand at three bathing beaches of South Florida. *Water Res.* 2007;41(9):1915-20.
32. Rueda R. Micosis superficiales y dermatomicosis. *Colombia Médica.* 2002;33:10-6.
33. Taysi I, van Uden N. Occurrence and Population Densities of Yeast Species in an Estuarine-Marine Area. *Limnol Oceanog.* 1964; 9(1):42-5.
34. Gentles JC, La Touche CJ. Yeasts as human and animal pathogens. In: Rose AH, Harrison JS, editors. *The yeasts.* New York: Academic Press; 1969. v. 1. p. 107-82.
35. Buck JD, Bubucis PM. Membrane filter procedure for enumeration of *Candida albicans* in natural waters. *Appl Environ Microbiol.* 1978;35(2):237-42.
36. Baumgartner C, Freydiere AM, Gille Y. Direct identification and recognition of yeast species from clinical material by using *Albicans* ID and CHROMagar *Candida* plates. *J Clin Microbiol.* 1996;34:454-6.
37. Nguyen MH, Peacock Jr JE, Morris AJ, Tanner DC, Nguyen ML, Snyderman DR, Wagener MM, Rinaldi MG, Yu VL. The Changing Face of Candidemia: Emergence of Non-*Candida albicans* Species and Antifungal Resistance. *Am J Med.* 1996;100:617-23.
38. Foongladda S, Haouharn P, Sakulmaiwatana P, Chaiprasert A. Comparative evaluation of *Candida* Select test and conventional methods for identification of *Candida albicans* in routine clinical isolates. *Mycoses.* 2002;45:75-8.
39. Pitlik S, Berger SA, Huminer D. Nonenteric infections acquired through contact with water. *Rev Infect Dis.* 1987;9:54-63.
40. Vukovic Z, Robic-Radovanovic A, Latkovic Z, Radavanovic Z. An epidemiological investigation of the first outbreak of rhinopodidiosis in Europe. *J Trop Med Hyg.* 1995;98:333-7.
41. Buck JD. *Candida albicans.* In: Hoadley AW, Dutka BJ, editors. *Bacterial indicators/health hazards associated with water.* Philadelphia: American Society for Testing and Materials; 1977. p. 139-47. ASTM STP 635.
42. Hancock LE, Gilmore MS. Pathogenicity of enterococci. In: Fischetti VA, Novick RP, Ferretti JJ, Portnoy DA, Rood JI, editors. *Gram-positive pathogens.* Washington (DC): ASM Press; 2006. 299-311.
43. Huycke MM, Sahm DF, Gilmore MS. Multiple-drug resistant enterococci: the nature of the problem and an agenda for the future. *Emerg Infect Dis.* 1998;4(2):239-49.
44. Harwood VJ, Whitlock J, Withington V. Classification of antibiotic resistance patterns of indicator bacteria by discriminant analysis: use in predicting the source of fecal contamination in subtropical waters. *Appl Environ Microbiol.* 2000;66(9):3698-704.
45. D'azevedo PA, Dias CAG, Lemos SK. Antimicrobial susceptibility among *Enterococcus* isolates from the city of Porto Alegre, RS, Brasil. *Braz J Microbiol.* 2004;35(3):199-204.
46. APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 20th ed. Washington: American Public Health Association; 1999.
47. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274 de 2000. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2000.
48. Agência Portuguesa do Ambiente. Qualidade microbiológica de areias de praias litorais. Alfragide; 2002. Relatório Final.
49. Ministério da Saúde. Monitorização das doenças diarreicas agudas. Brasília: CENEPI/FUNASA/MS; Documento Técnico; 1999. 4 v.
50. Oliveira AJFC, Pinhata JMW. Antimicrobial resistance and species composition of *Enterococcus* spp. isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil. *Water Res.* 2008;42:2242-50.
51. Shibata T, Solo-Gabriele HM, Fleming LE, Elmir S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. *Water Res.* 2004;38:3119-31.
52. Menezes EA, Trindade ECPM. Contribuição ao estudo das leveduras em praias da cidade de Fortaleza-CE. In: V ENAMA; 1996; Fortaleza. p. 34.

53. Meirelles-Pereira F, Pereira AMS, Silva MCG, Gonçalves VD, Brum PR, Castro EAR, Pereira AA, Esteves FA, Pereira JAA. Ecological aspects of the antimicrobial resistance in bacteria of importance to human infections. *Braz J Microbiol.* 2002; 33(4):287-293.
54. Frieden TR, Munsiff SS, Low DE, Willey BM, Williams G, Faur Y, Eisner W, Warren S, Kreiswirth B. Emergence of vancomycin-resistant enterococci in New York City. *Lancet.* 1993;342:76-9.
55. Schwartz T, Kohnen W, Jansen B, Obst U. Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. *Microb Ecol.* 2003;43(3):325-35.
56. Arvanitidou M, Katsouyannopoulos V, Tsakris A. Antibiotic resistance patterns of enterococci isolated from coastal bathing waters. *J Med Microbiol.* 2001;50:1001-5.
57. Kühn I, Iversen A, Burman LG, Olsson-Liljequist B, Franklin A, Finn M, Aarestrup F, Seyfarth AM, Blanch AR, Taylor H, Caplin JL, Moreno MA, Dominguez L, Möllby R. Epidemiology and ecology of enterococci, with special reference to antibiotic resistant strains, in animals, humans and the environment. Example of an ongoing project within the European research programme. *Int J Antimicrobial Agents.* 2000;14(4):337-58.
58. Tavares W. Bactérias gram-positivas problemas: resistência do estafilococo, do enterococo e do pneumococo aos antimicrobianos. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2000;33(3):281-301.
59. Sanchez PS, Agudo EG, Castro FG, Alves MN, Martins MT. Evaluation of the sanitary quality of marine recreational waters and sands from beaches of the São Paulo State, Brazil. *Wat Sci Tech.* 1986;18:61-72.
-

Recebido em 7 de outubro de 2010
Versão atualizada em 18 de novembro de 2010
Aprovado em 16 de dezembro de 2010