

## **CAPÍTULO 5**

# **ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE LAS PLAYAS**

Las playas representan un sedimento no consolidado ubicadas en la unión entre agua y tierra (orilla, ribera de ríos y lagos) y generalmente están compuestas de arena, lodo o rocas. Desde un punto de vista recreativo, las playas de arena son las más frecuentadas por los bañistas. Las playas están expuestas a peligros de inundaciones ya sea por acción de olas en mares/lagos o desbordes de la ribera de los ríos. Este último caso presenta características especiales con respecto a la contaminación, riesgos para la salud y recuperación. Sin embargo, en latitudes más altas, los bañistas pasan más tiempo en las playas que en el agua y los microorganismos son un componente significativo de la arena de playa. Por ello, se ha mostrado preocupación por la arena de playa y materiales similares ya que pueden actuar como reservorios o vectores de infecciones (Roses Codinachs y otros, 1988).

## **5.1 Base de salud pública**

El ingreso de nutrientes limita la productividad de la arena de playa. Estudios de laboratorio sugieren que los nutrientes (carbono) pasan primero a través de la comunidad bacteriana y luego ingresan a la comunidad protozoaria y metazoaria (Khiyama y Makemson, 1973). Estudios posteriores han demostrado que la contaminación microbiológica es mayor en la arena que en las aguas adyacentes ya que la arena actúa como un puerto pasivo para la contaminación cumulativa (Oliveira y Mendes, 1991, 1992). El movimiento del agua causa erosión, transporte y deposición de todos los sedimentos de la playa así como la posterior redistribución de microorganismos. La contaminación de la arena varía ampliamente a unos pocos metros de distancia, lo cual dificulta la interpretación de los resultados (Aubert y otros, 1987; Figueras y otros, 1992).

La experiencia de la vigilancia sistemática de las playas como parte del control de la contaminación es relativamente limitada, si bien a menudo ha sido recomendada para investigación. La OMS/PNUMA (1992, 1994) han señalado que la arena húmeda y los sedimentos de la playa deben ser una parte integral de los estudios epidemiológicos y microbiológicos que relacionan la calidad del agua recreativa con el efecto sobre la salud; sin embargo, la evidencia disponible indica que la arena de playa no constituye un peligro de infección (Chabasse y otros, 1986; Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, 1990).

### **1.1.1 Bacterias indicadoras de contaminación fecal**

La presencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y estreptococos fecales en arena de playa y su relación con los recuentos en las aguas adyacentes constituyen un área significativa de investigación con resultados aparentemente contradictorios. Los coliformes totales, coliformes fecales y estreptococos fecales fueron aislados de muestras de arena superficial tomadas en Marsella y Agde (Francia), donde los estreptococos fecales, probablemente provenientes de animales, presentaban mayores recuentos que otros indicadores (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, 1990). Asimismo, se aislaron grandes cantidades de coliformes y estreptococos, ambos fecales, en la arena de la zona costera de Taranto (Signorile y otros, 1992) pero en las áreas de baño de Tel Aviv y Barcelona se registró una menor incidencia de indicadores (Figueras y otros, 1992, Ghinsberg y otros, 1994). En un estudio italiano, se encontró una relación significativa entre la contaminación de las playas y las aguas marinas adyacentes, si bien generalmente, la arena presentaba mayores recuentos bacterianos que el agua (Aulicino y otros, 1985). En las playas de Barcelona se encontró una correlación similar, pero a diferencia del estudio italiano, el nivel de contaminación no mostró ninguna variación entre la arena y el agua (Roses Codinachs y otros, 1988). Papadakis y otros (1997) no encontraron ninguna correlación entre los recuentos de

bacterias indicadoras de contaminación fecal en la parte húmeda de la playa y los recuentos de *Staphylococcus aureus*. Tampoco encontraron relación alguna con la presencia de hongos.

Dentro del contexto de un estudio epidemiológico realizado en dos playas en Málaga, España, se encontró que en una de las playas, los indicadores tenían un alto coeficiente de regresión con el hongo dermatofito, especialmente con colífagos. Sólo *E. coli* mostró una correlación significativa con *Candida albicans*. En la otra playa, los estreptococos fecales mostraron una mejor relación con el hongo dermatofito. Una vez más, los colífagos fueron los indicadores que mejor se relacionaron con *C. albicans* (Borrego y otros, 1991).

### 1.1.2 Microorganismos patógenos

Las bacterias, hongos, parásitos y virus han sido aislados de la arena de playa. Si bien a través del contacto con la arena, se puede adquirir una serie de géneros y especies de agentes patógenos potenciales, no existe actualmente evidencia epidemiológica que apoye la transmisión por esta ruta.

#### *Estafilococos*

De acuerdo con ciertos estudios, la especie estafilococos es la flora predominante en la arena (Dowidart y Abdel-Monem, 1990). De un total de 85 cepas de cocos Gram-positivos aislados del agua y arena de dos playas populares en Chile, 31% se clasificó como *S. epidermidis*, 9% como *S. haemolyticus*, 24% como *S. aureus* y 36% como *Staphylococcus spp.* (Prado y otros, 1994). El origen de los estafilococos, en la arena de playa, se atribuye a la actividad humana ya que su ocurrencia ha sido correlacionada con el número de nadadores en la playa y los recuentos de *S. aureus* que a su vez tienen relación con la presencia de levaduras de origen humano (Papadakis y otros, 1997). Durante el verano (cuando hay una mayor densidad de nadadores en la playa) se observó recuentos más altos de *S. aureus* en muestras de arena y agua que las tomadas durante el invierno. Los recuentos fueron mayores en las muestras de arena (Ghinsberg y otros, 1994, Papadakis, 1997).

Las investigaciones realizadas a lo largo de las costas de Thyrranian mostraron mayores densidades de *Staphylococcus spp.* en las arenas de áreas con rompeolas que en los espacios abiertos. El *S. epidermidis* fue la especie predominante (Bonadonna y otros, 1993a).

#### *Pseudomonas aeruginosa*

Un estudio israelí demostró que el agua y la arena, en varias playas, contenían diversos niveles de *Pseudomonas aeruginosa*. El aislamiento de *Pseudomonas aeruginosa* y el de otras especies *pseudomonas* fue proporcionalmente mayor en muestras de arena que de agua (Ghisberg y otros, 1994). En Portugal, el agente patógeno se aisló de playas arenosas en diversas condiciones de marea y todas contenían recuentos similares de agentes patógenos (Mendes y otros, 1993).

#### *Vibrio spp.*

En África, se han encontrado aislamientos de *Vibrio parahaemolyticus* en aguas marinas o salobres y muestras de arena recolectadas en bancos de arena. El *Vibrio harvey* ha sido aislado de muestras de agua de la orilla y arena recolectadas en arenas gruesas o playas rocosas (Aldova, 1989).

#### *Bacterias entéricas*

Las bacterias causantes de gastroenteritis han sido aisladas de muestras de arena. Sin embargo, su presencia no implica una amenaza aparente para la salud de los usuarios. En

Portugal, el *Clostridium perfringens* fue aislado de playas arenosas en diversas condiciones de marea y tuvo recuentos similares de agentes patógenos (Mendes y otros, 1993). Bonadonna y otros (1993b) han sugerido que el *Clostridium perfringens* podría ser un mejor indicador de contaminación fecal en el sedimento de arena. En el agua y arena de diversas playas israelíes se observó bajos niveles de *Campylobacter jejuni*, pero la arena de playa registró recuentos más altos que las aguas costeras adyacentes (Ghinsberg y otros, 1994). En una encuesta realizada en el Reino Unido sobre *Campylobacters termofílicos* obtenidos de sedimentos de zonas afectadas por mareas, los resultados mostraron que los sedimentos actuaban como un reservorio sustancial para *campylobacters*, lo cual podría contribuir significativamente a la cantidad de bacterias presentes en aguas superficiales, especialmente en climas tormentosos (Obiri-Danso y otros, 1997). Asimismo, Dabrowski (1982) demostró que en la bahía de Gdansk se aislaron especies *Shigella* de la arena y agua de playas.

### Hongos

Los estudios realizados por Soussa (1990), en el área de la costa central de Portugal, demostraron la presencia de dermatofitos en 42 por ciento de las playas de arena analizadas. Los dermatofitos más comunes fueron *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum* y *Microsporum nanum*, los cuales fueron aislados de áreas arenosas y no inundadas con presencia de residuos orgánicos. En áreas inundadas e intermedias donde la marea era alta se aislaron saprofitos fungales (*Aspergillus candidus*, *A. ochraceus* y *A. fumigatus*) (Izquierdo y otros, 1986).

En las playas de arena del sur de Francia se aislaron *Candida albicans* y otras especies *Candida* (Bernard y otros, 1988). En el mismo estudio, se aislaron ocho especies queratinofílicas y once no queratinofílicas consideradas agentes patógenos potenciales. Izquierdo y otros (1986) aislaron 16 especies de hongos de la arena de playas ubicadas en la costa mediterránea del norte de España, entre ellas cepas potencialmente patógenas. La mayoría de hongos aislados pertenecía a las especies *Penicillium*, *Aspergillus* y *Cladosporium*.

Ghinsberg y otros (1994) aislaron hongos en todas las muestras de arena de playa, pero no en muestras de agua marina. Boiron y otros (1983) investigaron las mismas especies de hongos en aguas marinas y arenas de playa, y llegaron a la conclusión de que la similitud de las especies bacterianas en la arena y agua marina incidió en el hecho que ninguna *Candida albicans* fue aislada y que las levaduras aisladas eran de origen marino. Los hongos aislados pertenecían a las especies *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. langeronii*, *C. guilliermondii*, *Trichosporon cutaneum* y *Toluropsis*. En otro estudio español, los géneros aislados con mayor frecuencia de las muestras de arena de playa fueron *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Monilia*, *Cephalosporium*, *Verticillium* y *Chrysosporium* (Roses Codinach y otros, 1988). Asimismo, otros investigadores reportaron una ausencia o baja incidencia de *C. albicans* (Roses Codinach y otros, 1988; Figueras y otros, 1992).

La densidad de hongos en 180 muestras de arena recolectadas de 42 playas mediterráneas españolas alcanzó varios cientos de miles de ufc/g de muestra. Los géneros aislados con mayor frecuencia fueron: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Alternaria* y *Fusarium* (Larrondo y Calvo, 1989). En un estudio realizado en el área de Ática, Grecia, los hongos aislados incluyeron *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. puilliermondi*, *C. rugosa*, *Pitirosporum orbiculare*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Helminthosporium* y *Aspergillus niger* (Papadakis y otros, 1997). Los agentes patógenos aislados incluyeron *Candida albicans*, otras especies *Candida*, *Fusarium* y *Pitirosporum orbiculare*.

### 1.1.3 Virus

Existe muy poca información sobre la presencia de virus en la arena de playa. Los resultados de un estudio rumano de tres años realizado por Nestor y otros (1984) demostraron que la incidencia de enterovirus dependía de la estación y no se encontró ningún virus en el agua y arena de playa fuera de las temporadas de vacaciones.

### 1.1.4 Parásitos

Existe poca información sobre la presencia de parásitos en la arena de playa. En un estudio realizado en dos playas de arena de Marsella, Francia, se encontró que *Toxocara canis*, presente por cada 150 g de arena, fue el parásito más común (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, 1990). Sin embargo, en un estudio realizado en 'playas donde se suele pasear perros' en Perth, Australia, un total de 266 muestras no mostró ningún rastro de huevos de *Toxocara canis* u otros huevos/larvas de nematodos parásitos (Dunsmore y otros, 1984). En este último estudio, se enfatizó que los seres humanos corrían mayor riesgo en un ambiente donde se encontraban cachorros antes que perros viejos. Asimismo, la influencia de otros parásitos transmitidos por el agua (Marshall y otros, 1997) que *no* se han investigado en áreas recreativas puede ser de gran importancia.

## 5.2 Dispersión y muerte de microorganismos en la arena de playa

La supervivencia de bacterias entéricas en la superficie de la arena seca puede ser de corta duración ya que la presión ambiental destruye a la mayoría de estas. La arena húmeda, área donde los niños pasan la mayor parte de su tiempo en la playa, es la más relevante ya que está enriquecida con sustancias orgánicas y por lo tanto, brinda un ambiente favorable para las bacterias entéricas, lo cual les permite sobrevivir más tiempo que en el agua.

Generalmente, los hongos se encuentran en la arena y su tiempo de supervivencia es mayor debido a su capacidad para formar esporas resistentes. En un estudio *in vitro*, Anderson (1979) encontró cuatro hongos patógenos, *Trichosporon cutaneum*, *Candida albicans*, *Microsporium gypseum* y *Trichophyton mentagrophytes*, inoculados con propágulos que sobrevivieron por lo menos un mes en arena no estéril. En un estudio similar, cinco especies de dermatofitos (*Epidermophyton floccosum*, *Microsporium canis*, *M. gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes* y *T. rubrum*) y *Scopulariopsis brevicaulis*, sobrevivieron durante 25-360 días (Carrillo-Munoz y otros, 1990).

Se ha propuesto que diversos factores ambientales y antropógenos pueden favorecer la dispersión de indicadores y agentes patógenos en la arena de playa. Borrego y otros (1991) reportaron recuentos bacterianos más elevados y un mayor tiempo de supervivencia en playas cercanas a emisarios de aguas residuales. Mendes y otros (1993) estudiaron la influencia de las mareas en los recuentos de indicadores y agentes patógenos en la arena sin encontrar ninguna diferencia clara. En el Reino Unido, Obiri-Danso y otros (1997) analizaron muestras de sedimentos para *campylobacters* termofílicos e indicadores fecales antes y después de la marea alta durante un periodo de 12 meses. Los *campylobacters* estuvieron presentes en 53 por ciento de las muestras antes de la marea alta, lo cual varió significativamente en comparación con 64 por ciento recuperado luego de la disposición de la marea. Sin embargo, no hubo una diferencia significativa en el número de indicadores con respecto a las muestras tomadas antes o después de la marea alta. En el mismo estudio, se observó una variación estacional en los *campylobacters* con la mayor tasa de aislamiento en invierno (100 por ciento) seguido de picos secundarios en primavera (33-67 por ciento) y otoño (67-78 por ciento). Los recuentos más bajos se dieron en verano, lo cual se correlacionó con la incidencia de *campylobacters* en aguas superficiales. Nestor y otros (1984) encontraron que la incidencia de

algunos agentes patógenos dependía de la estación. No se encontró ningún virus en el agua marina y arena de playa fuera de la temporada de vacaciones.

Las áreas recreativas populosas facilitan la transmisión de persona a persona (sección 5.4.2) de agentes patógenos tales como dermatofitos. La transmisión puede ocurrir debido a la propagación de agentes patógenos en la arena a través del contacto directo u otros medios, si bien no se ha demostrado ninguna de estas rutas de transmisión. Papadakis y otros (1997) recolectaron muestras de agua y arena de dos playas (una más popular que la otra) durante el verano e invierno, y contabilizaron la cantidad de nadadores presentes en la playa. Además, realizaron pruebas microbiológicas para recuentos de coliformes, coliformes fecales, enterococos, *S. aureus*, levaduras y mohos. Las muestras de agua y arena presentaron pocos organismos indicadores de contaminación fecal. Las muestras de agua y arena de ambos lugares presentaban especies humanas de levadura. El *S. aureus* se aisló de muestras de agua y arena sólo dos veces en invierno cuando la presencia de nadadores fue excepcional. Se dio una correlación significativa entre el número de nadadores presentes en la playa y los recuentos de *S. aureus* en las muestras de agua. La playa más popular presentó una correlación más pronunciada. Asimismo, los recuentos de *S. aureus* en muestras de arena se correlacionaron con el número de nadadores presentes sólo en la playa más popular. Las levaduras de origen humano se correlacionaron con el número de nadadores en muestras de agua y arena de la playa más popular.

### **5.3 Investigaciones epidemiológicas**

Se ha mostrado preocupación por los riesgos reales y potenciales para la salud debido a la exposición a playas de arena (Nestor y otros, 1984; Mendes y otros, 1997). Sin embargo, hasta la fecha no se ha encontrado evidencia epidemiológica para estos riesgos.

### **5.4 Medidas de control**

#### **5.4.1 Excrementos de animales/perros**

El principal riesgo microbiológico para la salud humana encontrado en playas y áreas similares es aquel derivado del contacto con excremento animal (principalmente de perros) en áreas usadas para entrenar mascotas. Los reglamentos, generalmente de carácter local, pueden restringir el acceso u obligar al dueño a remover el excremento del animal. Una mayor concienciación pública puede reducir la exposición, especialmente entre niños pequeños. Si bien la limpieza de playas (véase más adelante) puede contribuir a la remoción del excremento animal, ésta se realiza generalmente por razones estéticas o para remover objetos cortantes tales como vidrios rotos. Virtualmente, todos los premios otorgados a playas limpias tales como *The Blue Flag* o *Tidy Britain Group Seaside Awards*, no premiarían a una playa que permita el ingreso de perros durante la temporada de baño.

#### **5.4.2 Transmisión de persona a persona**

La posibilidad de transmisión de enfermedades de persona a persona en playas populosas, no es específica a áreas de uso de aguas y si bien es una hipótesis, no tiene evidencia significativa que la respalde.

En varios países, especialmente en áreas de veraneo, la limpieza de playas con máquinas, es una práctica común que puede eliminar la basura visible mezclada con la arena. Ello reduce la cantidad de materia orgánica especialmente al borde de la playa y por lo tanto, el desarrollo posterior de microorganismos que producen un conflicto de interés con respecto al control de la playa (Llewellyn y Shackley, 1996). Las estrategias que han eliminado la contaminación de la arena a través de los años, han demostrado una clara mejora en la calidad

microbiológica cuando se incrementaron los niveles de higiene y limpieza (Fernández y Ferrer, 1982). La sección 5.4.1 presenta los procedimientos sobre contaminación fecal causada por animales que son particularmente importantes.

En ciertos casos, se aplican productos químicos tales como desinfectantes en áreas de agua recreativa sin considerar su efectividad o posibles efectos ecotoxicológicos. El Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (1990), ha señalado que no existe suficiente evidencia que demuestre la eficiencia de la desinfección de la playa. Cuando el tratamiento de la playa es necesario, se deben usar métodos simples tales como barrido o aereación así como una supervisión constante de la playa para prohibir el ingreso de animales. La educación del público en higiene personal y el uso de toallas para sentarse en la playa son muy importantes (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, 1990).

## 5.5 Conclusiones y recomendaciones

Si bien se han publicado varios estudios y reportes sobre la calidad microbiológica de las playas, éstos no se pueden comparar directamente, lo que dificulta la formulación de conclusiones significativas. Los estudios epidemiológicos cuyos objetivos consisten en demostrar la relación causa-efecto o definir una clara relación de dosis-respuesta que asocie la calidad microbiológica con síntomas en la piel, ojos, oídos y gastrointestinales resultan esenciales. De la limitada experiencia disponible se puede concluir que:

- Si bien se han aislado bacterias indicadoras de contaminación y varios agentes patógenos de la arena de playa, su capacidad para infectar bañistas sigue sin ser demostrada y el grado real de amenaza a la salud pública es incierto. No existe evidencia que apoye el establecimiento de un valor guía para organismos indicadores en la arena de playa.
- Los factores que promueven la supervivencia y dispersión de agentes patógenos incluyen naturaleza de la playa, fenómenos de la marea, emisarios de aguas residuales, estación, presencia de animales y número de bañistas.
- Si bien no se justifica el monitoreo rutinario de la arena de playa para organismos indicadores, generalmente se recomienda como un factor adicional que afecta la salud de los bañistas o como tema de investigación.
- Mientras no se demuestren los peligros para la salud humana relacionados con los macro-residuos, el uso de máquinas para su remoción puede ser apropiado cuando no sean agradables estéticamente. En playas populosas, se puede restringir el ingreso de animales según la estación. Asimismo, la educación del público en higiene personal así como el uso de toallas para sentarse en la playa y su lavado frecuente pueden ser apropiados.

## 5.6 Referencias

- Aldova E, (1989) Serovars of *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of Hygiene, Epidemiology and Immunology*, 33(2):219-228.
- Anderson JN, (1979) In-vitro survival of human pathogenic fungi in Hawaii USA beach sand. *Sabouraudia*, 17(1):13-22.
- Aubert M, Mathonnet S, Gillemaut C, (1987) Depollution des plages par l'eau de mer électrolysée. Effects sur les micro-organismes pathogènes. *Revue Internationale D'Océanographie Médicale*, 85-86:222-227.
- Aulicino FA, Volterra L, Donati G, (1985) Faecal contamination of shore-line sands. *Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale*, 61(10), 1469-1476.

- Bernard P, Gueho E, Pesando D, (1988) Recherche de dermatophytes et de moisissures pathogènes dans les sables des plages, 1986-87. *MED POL Research Project Final Report*.
- Boiron P, Agis F, Nguyen VH, (1983) Study of yeast flora of medical interest on the beach of Saint Anne in Guadeloupe. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique et de ses Filiales*, 76(4):351-356.
- Bonadonna L, de Mattia M, Liberti R, Volterra L, (1993a) Presenza e distribuzione di stafilococchi in ambienti marini. *L'igiene moderna*, 99:706-714.
- Bonadonna L, Dal Cero C, Liberti R, Pirrera A, Santamaria, C, Volterra L, (1993b) *Clostridium perfringens* come indicatore in sedimenti marini. *Ingegneria Sanitaria Ambientale*, 1:28-30.
- Borrego JJ, Romero P, Marino F, (1991) Epidemiological study on bathers from selected beaches in Malaga. *MAP Technical Reports Series*, nBO 53, 1-27.
- Carillo-Munoz AJ, Torres-Rodriguez JM, Madrenys-Brunet N, Dronda-Ayza A, (1990) Comparative study on the survival of 5 species of dermatophytes and *Scopulariopsis brevicaulis* in beach sand under laboratory conditions. *Rev. Iberoam de Microbiol*, 7(2):36-38.
- Chabasse D, Laine P, Simitzis-Le-Flohic AM, Martineau B, el Hourch M, Becaud JP, (1986) Sanitary study of surface water and of the beach of a water sports and leisure complex. *Journal of Hygiene*, 96(3):393-401.
- Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, (1990) *Qualité microbiologique des sables: essai d'un nouveau procédé de désinfection*.
- Dabrowski J, (1982) Isolation of the *Shigella* genus bacteria from beach sand and water of the bay of Gdansk. *Bulletin of the Institute of Maritime and Tropical Medicine in Gdynia*, 33(1-2):49-53.
- Dowidart A, Abdel-Monem MH, (1990) Effect of chemical pollutants on bacterial counts in El-Temsah Lake area, Ismailia, Egypt. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 65(3-4):305-328.
- Dunsmore JD, Thomson RC, Bates IA, (1984) Prevalence and survival of *Toxocara canis* eggs in the urban environment of Perth, Australia. *Veterinary Parasitology*, 16(34):303-311.
- Fernandez F y Ferrer MD, (1982) Estudio microbiológico de la arena de las playas de Barcelona. *Gazeta Sanitaria*, 3:13-17.
- Figueras MJ, Guarro J, Soler L, Inza I, Polo F, (1992) Estudio piloto sobre la contaminación de las playas del litoral Catalán. *Actas del 1º Congreso Nacional del Medio Ambiente*, Madrid.
- Ghinsberg RC, Leibowitz P, Witkin H, Mates A, Seinberg Y, Bar DL, Nitzan Y, Rogol M, (1994) Monitoring of selected bacteria and fungi in sand and seawater along the Tel-Aviv coast. *MAP Technical Reports Series*, n° 87:65-81.
- Izquierdo J, Piera G, Aledany MC, Lucena F, (1986). Estudio de la flora fungica de la arena de la playa de Barcelona. *MED POL Research Project Final Report*.
- Khiyama HM, Makemson JC, (1973) Sand beach bacteria: enumeration and characterization. *Applied Microbiology*, 26(3): 293-297.
- Larrondo JV, Calvo MA, (1989) Fungal density in the sands of the Mediterranean coast beaches. *Mycopathologia*, 108(3):185-194.
- Llewellyn PJ, Shackley SE, (1996) The effect of mechanical beach-cleaning on invertebrate populations. *British Wildlife*, 7(3):147-155.
- Marshall MM, Naumovitz D, Ortega Y, Sterling CR, (1997) Waterborne protozoan pathogens. *Clin. Microbiol. Revue*, 10:67-85.

- Mendes B, Nascimento MJ, Oliveira JS, (1993) Preliminary characterisation and proposal of microbiological quality standard of sand beaches. *Water Science and Technology*. 27(3-4):453-456.
- Mendes, B., Urbano, P., Alves, C., Lapa, N., Norais, J., Nascimento, J. & Oliveira, J.F.S (1997). Sanitary quality of sands from beaches of Azores islands. *Water Science and Technology*, 35 (11-12); 147-150.
- Nestor I, Costin-Lazar L, Sovrea D, Ionescu N, (1984) Detection of enteroviruses in sea water and beach sand. *Zentr. Bakter. Mikr. Hyg ABT 1*, 178(5-6):527-534.
- Obiri-Danso K, Jones K, (1997) Seasonality of thermophilic *Campylobacter* and faecal indicators in sediments from the intertidal zone of Morecambe Bay. *Actas del 9th International Workshop on Campylobacter, Helicobacter and related organisms*, Ciudad del Cabo, 15 al 19 de setiembre de 1997. Resúmenes.
- Oliveira JS, Mendes BS, (1991) Poluicao das praias e zonas litorais: Medidas cauterales e normas de qualidade. *Reuniaö o sobre a Gestaö Municipal e a Gestaö da Agua*. APRH/SMAS, Cascais.
- Oliveira JS, Mendes BS, (1992) Qualidade da Agua do Litoral Portugues. *1º Congresso da Agua*, 2:155-179. APRH, Lisboa.
- OMS/ PNUMA, (1992) *Health risks from bathing in marine waters*. MED POL Phase II. Oficina Regional de la OMS para Europa, Copenhagen. Anexo 5, p. 63.
- OMS/PNUMA, (1994) *Microbiological quality of coastal recreational waters*. MED POL Phase II. 1994. Oficina Regional de la OMS para Europa, Copenhagen. Anexo 1, p.5.
- Papadakis JA, Mavridou A, Richardson SC, Lambiri M, Marcelou U, (1997) Bather related microbial and yeast populations in sand and seawater. *Water Research*, 31(4):799-804.
- Prado B, Bernal P, Contreras M, Savedra M, del Moral A, Joyas M, (1994) Numerical taxonomy of staphylococci isolated from water and beach sand from Valparaiso and Vina del Mar, Chile. *Rev. Iberoam de Microbiol.*, 36(2):71-77.
- Roses Codinachs M, Isern Vins AM, Ferrer Escobar MD, Fernandez Perez F, (1988) Microbiological contamination of the sand from the Barcelona city beaches. *Revista de Sanidad e Higiene Publica*, 62(5-8):1537-1544.
- Signorile G, Montagna MT, Sena G, Cavallo RA, (1992) Bacteriological surveys in waters and sands of Taranto coastal areas. *Igiene Moderna*, 98(3):475- 483.
- Soussa MLR, (1990) *Micoses*. *Boletim Epidemiologico no 5*. Centro de Vigilancia Epidemiologica das Doencas Transmissiveis. INSA. Lisboa.