

BACTÉRIAS EM SEDIMENTOS DA REGIÃO ENTRE-MARÉS DA BAÍA DE GUARATUBA, PARANÁ, BRASIL

SANTOS, P.R.N. de M. dos.¹; KOLM H.E.² & SAUTTER, K.D.³

⁽¹⁾Instituto Ecoplan – Avenida das Imbuías,, 40 - Vila São Pedro. 84660-000 – Curitiba, Paraná, Brasil. pmelodossantos@hotmail.com

⁽²⁾Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 50.002, 83.255-000 Pontal do Sul, Paraná, Brasil. hedda@ufpr.br

⁽³⁾Mestrado em Gestão Ambiental. Centro Universitário Positivo (UNICENP) Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300. Campo Comprido. 81280-330 Curitiba, Paraná, Brasil. ksautter@bsi.com.br

ABSTRACT

Santos, P.R.N. de M. dos.; Kolm H.E. & Sautter, K.D. 2008. Bacteria in intertidal sediments of the Guaratuba Bay, Paraná, Brazil. Braz. J. Aquat. Sci. Technol. 12(1):9-17. ISSN 1808-7035. Bacteria in sea sediments play a fundamental role in organic matter decomposition, in several geochemistries transformations, in nutrient regeneration and as a nutritious source for the benthic fauna. Bacterial studies, in sediments of coastal environments, are important due to the intense anthropic activity in these areas. The objectives of the present research were to study in sediments of intertidal areas (sandy beaches and mangroves), of Guaratuba Bay: the variation of total heterotrophic bacteria, bacterial biomass, halophilic and halophobic heterotrophic bacteria, total coliforms, *Escherichia coli*, and the interrelation between biotic and abiotic factors. High values of total heterotrophic bacteria, bacterial biomass, total coliforms and *E. coli* were observed in two stations of sandy sediment intensely impacted, located close to the oldest area of Guaratuba city. In the inner stations, located in mangrove areas, high values of halophilic and halophobic aerobic cultivable bacteria, total coliforms and *E. coli* were also observed. The results show that high values, mainly of total heterotrophic bacteria, total coliforms and *E. coli* can also be found in polluted sandy sediments. Therefore, we suggest that microbiological analyses of sediments to be mandatory in the legislation for monitoring balneability and/or for the cultivation of organisms that may be subject of raw consumption.

Key-words: Total heterotrophic bacteria, Total coliforms, *E. coli*, Guaratuba Bay, Intertidal sediments, Mangrove forests.

INTRODUÇÃO

Em sedimentos marinhos as bactérias exercem um papel fundamental na decomposição da matéria orgânica, em várias transformações geoquímicas, na regeneração de nutrientes e como fonte alimentícia para a fauna bêntica (Johnson & Calder, 1973; Hodson *et al.* 1976), formando a base da cadeia alimentar bentônica (Alongi, 1994). Geralmente são encontradas em quantidades maiores na camada oxidada superficial, diminuindo à medida que se atinge camadas mais profundas (Rheinheimer, 1987, Middelboe & Glud, 2003).

A microflora dos sedimentos é adaptada à degradação de componentes orgânicos autóctones e, em ambientes costeiros, materiais naturais introduzidos da terra firme adjacente (Hoppe, 1986). Nestes, a quantidade e a qualidade da matéria orgânica introduzida nos sedimentos são alteradas por atividades humanas, principalmente provocadas por esgotos e por atividades portuárias.

Os manguezais são constituídos de vegetação que se desenvolve na região entre-marés de lugares calmos como estuários, baías e enseadas. Assim os sedimentos destas regiões podem ser submersos diariamente, em marés de sizígia ou esporadicamente. Sempre que um determinado sedimento é submerso a taxa de difusão de oxigênio é drasticamente reduzida e, dependendo do tempo que o sedimento fica submerso, ela pode desaparecer por completo. Nestas condições, as populações bacterianas são alteradas, desenvolvendo-se principalmente bactérias aeróbicas facultativas e anaeróbicas. Em períodos emersos aumenta a difusão do oxigênio e passam a se desenvolver principalmente bactérias aeróbicas (Snedaker & Snedaker, 1984).

Em sedimentos do litoral do Paraná foram efetuadas, até o momento, apenas dois trabalhos de pesquisa bacteriológica. Entre 1985 e 1986 Kolm & Corrêa (1994) estudaram a variabilidade temporal e espacial de bactérias heterotróficas halófilas, halófilas e hiper-halófilas em uma praia exposta de Pontal do Sul, Paraná, e encontraram os maiores valores na região da preamar. Kolm *et al.* (1997) estudaram a variabilidade temporal e espacial da abundância de bactérias

²Endereço para correspondência: Kolm, H.E. Centro de Estudos do Mar. Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 50.002. 83.255-000 Pontal do Sul, PR, Brasil. Tel.: (+5541) 3455-1333; Fax (+5541) 3455-1105. e-mail: hedda@ufpr.br.

heterotróficas cultiváveis halofóbicas e halófilas em sedimentos arenosos, areno-lodosos e lodosos das Baías de Paranaguá e Antonina. Nesta região o fator limitante de desenvolvimento deste grupo bacteriano parece ser além do tamanho dos grãos, a energia do meio e conseqüente acúmulo de matéria orgânica. Além disto, ao contrário do observado em bactérias da coluna d'água, períodos de intensa pluviosidade não influenciaram o desenvolvimento das bactérias cultiváveis.

Foram objetivos da presente pesquisa analisar a variação de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, bactérias heterotróficas halófilas e halófobas, coliformes totais, *Escherichia coli*, e a inter-relação entre os valores bióticos e abióticos em sedimentos das regiões entre marés da Baía de Guaratuba.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Baía de Guaratuba (Fig. 1B) está situada na porção meridional costeira do Estado do Paraná (Fig. 1A), entre as latitudes $25^{\circ}50'$ e $25^{\circ}55'$ S e longitudes $48^{\circ}30'$ e $48^{\circ}45'$ W. É um corpo de água raso, com orientação leste-oeste, e comprimento aproximado de 16 Km. A largura máxima oscila entre 3, quando se considera a linha de maré baixa, e 10 Km quando se inclui a planície de maré. A profundidade máxima é de 27 m junto à sua entrada e sua abertura para o oceano possui aproximadamente 500 m de largura (Marone *et al.* 2004).

Com base no sistema de drenagem terrestre, o rio mais importante do estuário é o São João. Também

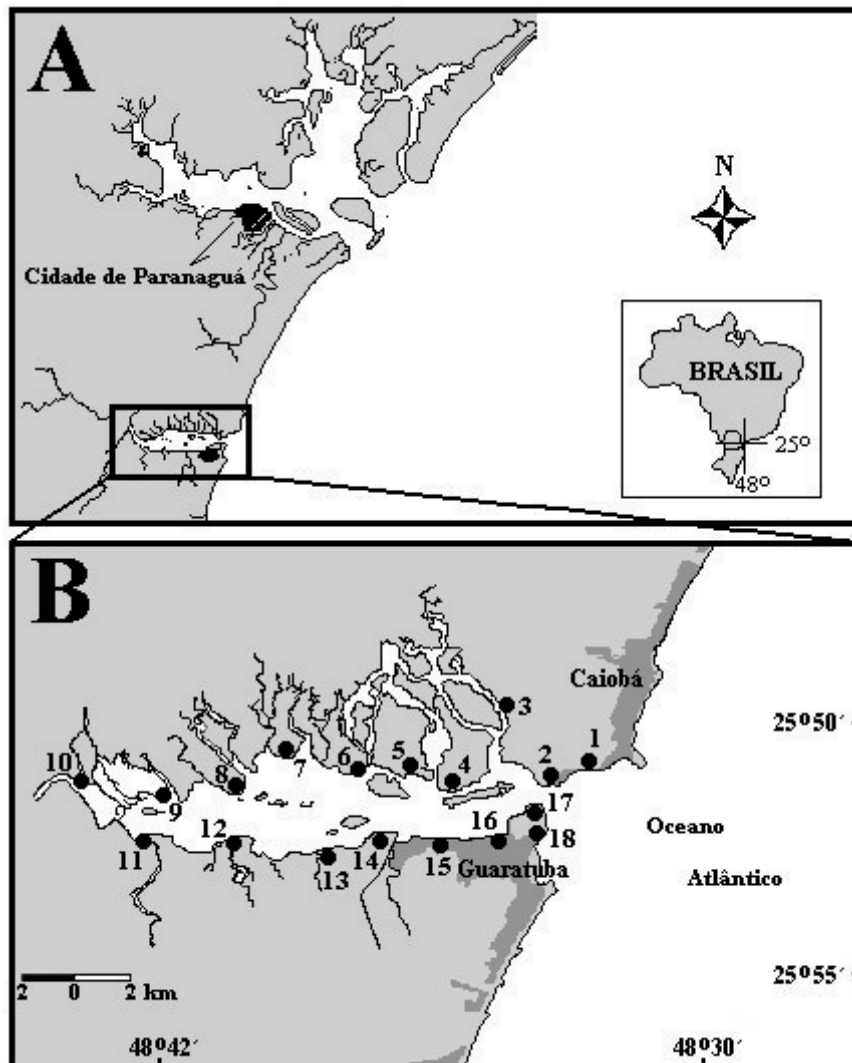


Figura 1 - A) Mapa do litoral do Paraná com localização da Baía de Guaratuba. B) Mapa da Baía de Guaratuba com localização das estações de coleta.

deve ser destacado o Rio Cubatão que drena uma porção do Planalto de Curitiba e desemboca no extremo oeste da baía, formando um delta. Além deles, merecem ser mencionados os rios Fundão, dos Pinheiros e Boguãçu. Ao longo das suas margens e nas ilhas, podem ser encontradas gamboas.

A orla interna do estuário, livre de ocupação antrópica, assim como os rios e gamboas, são margeados por manguezais constituídos de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Nas regiões mais calmas do estuário ocorrem bancos de *Spartina alterniflora*.

A cidade mais importante da região é Guaratuba, com uma população de 30.793 habitantes (IBGE, 2007). Durante o verão, principalmente nos feriados de Ano Novo e Carnaval, sua população pode triplicar. Até 2002, a cidade de Guaratuba possuía apenas 30% de sistema de manilhamento de esgotos, espalhados pelo centro, praia do Cristo e Brejatuba, e todas as águas servidas eram lançadas direta ou indiretamente na baía. Entretanto, através do Projeto Paraná San o primeiro sistema de tratamento de esgotos do município foi inaugurado em dezembro de 2005. Além de Guaratuba, deve ser citado o Balneário de Caiobá, localizado em frente e do lado oposto da baía Guaratuba, pertencente ao Município de Matinhos. A travessia entre Guaratuba e Caiobá é feita através de balsas, com trapiches de atracamento próprios em ambos os lados. Além disto ocorre, principalmente no verão, intenso fluxo de embarcações menores na região.

Em 1992 foi criada a APA (Área de Proteção Ambiental) de Guaratuba, com área aproximada de 200 mil hectares. Ela engloba todo o município de Guaratuba e parte dos de Matinhos, Tijucas do Sul, São José dos Pinhais e Morretes.

Desenho amostral

As coletas de sedimento foram realizadas no dia 20 de novembro de 2002, durante a baixa-mar de sizígia, em dezoito estações das regiões entre-marés, que foram escolhidas da seguinte forma: estações 1, 2, 17 e 18 localizadas na entrada da baía (em ambientes usados principalmente por banhistas, diretamente influenciadas pelas águas da plataforma continental adjacente). As estações 3 e 4 foram escolhidas por estarem próximas de cultivos de ostras do tipo espinhel e as estações 5 a 12 nos setores com manguezais, estação 13 com mata mista e estação 14 com marisma, todas em regiões meso e oligohalinas não urbanizadas da baía. As estações 15 e 16 foram escolhidas por situarem-se em pequenas praias arenosas do setor urbanizado (Fig. 1B). Para as análises bacteriológicas as amostras de sedimento superficial (≈ 2 cm) foram coletadas com colheres de sopa esterilizadas, acondicionadas no

campo em placas de Petri esterilizadas e levadas para análise ao Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. Simultaneamente foi coletado material para as análises de granulometria, matéria orgânica e carbonato de cálcio, executadas no Laboratório de Geologia do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.

Os parâmetros abióticos (temperatura, medida com termômetro de mercúrio, salinidade, medida com refratômetro Atago e pH, medido com potenciômetro de pH Digimed, foram obtidos na água do mar adjacente nas estações de praias arenosas (Est. 1, 2, 17 e 18) e em poças de água remanescentes da última maré alta, nas demais (Est. 3 a 16). Dos mesmos locais foram coletadas, com seringas de 60 mL às quais foram acopladas mangueiras de borracha de 10 cm, amostras para a quantificação do oxigênio dissolvido e sua análise foi efetuada pela técnica de Winkler (Grasshoff *et al.* 1999).

Para as análises bacteriológicas foram retirados, no laboratório, 15 cm³ de cada amostra de sedimento e misturados com 135 mL de água destilada (diluição de 1:10), agitados durante 10 minutos em agitador de Erlenmeyers a 80 rpm e decantados por 10 (sedimento arenoso) ou 15 (sedimento lodoso) minutos. Esta metodologia seguiu, em linhas gerais, a descrita por Rodina (1972). Em seguida foram retirados 18 mL do sobrenadante, formalizados até uma concentração final de 5% e feita a contagem de bactérias heterotróficas totais através da microscopia de epifluorescência (Microscópio Nikon, mod. Labophot), usando-se o fluorocromo laranja de acridina (Parsons *et al.*, 1984). Simultaneamente foram retiradas alíquotas para a análise de bactérias heterotróficas cultiváveis halófilas e halófobas, assim como para coliformes totais e *Escherichia coli*. Para o cálculo da biomassa bacteriana foi utilizada a metodologia descrita por Kolm *et al.* (2002). O fator de conversão utilizado foi de 0.4 pgC. μm^{-3} (Bjørnsen & Kuparinen, 1991). A contagem de bactérias heterotróficas aeróbicas (halófilas e halófobas) foi feita usando-se a metodologia descrita por Kolm & Corrêa (1994) e Kolm & Absher (1995). A análise de coliformes foi feita usando-se um substrato cromogênico (Colilert, Idexx Laboratories, Inc.) conforme descrito por Kolm *et al.* (2002). É importante salientar que somente foi feita avaliação presuntiva de *E. coli* sem confirmação por taxonomia polifásica.

Todos os parâmetros estudados foram tratados através da Análise dos Componentes Principais (Bouroche & Saporta, 1982; Legendre & Legendre, 1983; Clark & Warwick, 1994). Para a execução da análise estatística todos os valores acima de 48.394 NMP.cm⁻³ de coliformes totais e de *E. coli* foram considerados iguais a este valor.

RESULTADOS

Na figura 2A pode ser observada a variação da temperatura ao longo das estações estudadas. Seu menor valor (22,5°C) foi registrado na estação 11 e a maior (33°C) na estação 17.

Os menores valores de salinidade, com um mínimo de 7 na estação 15, foram registrados nas estações 5 a 17, e as maiores, com um máximo de 32 na estação 18, nas estações 1 a 4 e 18 (Fig. 2B).

Com exceção da estação 7, as porcentagens de saturação de oxigênio dissolvido foram mais elevadas, com um máximo de 103,6% na estação 18, nas estações 1, 2, 17 e 18. As estações 8, 14 e 15 foram anóxicas (oxigênio dissolvido = 0%) (Fig. 2C).

Com relação ao pH, pode ser observado um gradiente, com valores mais elevados nas estações 1, 2, 17 e 18, reduzindo gradativamente em direção ao fundo da baía. O mínimo foi de 6,35 na estação 12 (Fig. 2D).

Poucas foram as estações em que foi encontrado cascalho. Entretanto é importante ressaltar os altos valores dessa fração granulométrica registrada na estação 16 (8,88%) (Fig. 3A).

As figuras 3B e C evidenciaram uma relação inversa entre o teor de areia e silte nas amostras. Enquanto os valores de areia diminuíram em direção ao fundo da baía os de silte aumentaram. Exceção foi o sedimento da estação 3 que apresentou baixos valores de areia e altos de silte e argila e o da estação 10 que continha mais areia que silte. Valores mais elevados de argila ainda foram observados na estação 7 (Fig. 3D).

Em linhas gerais as maiores quantidades de carbonato de cálcio foram encontradas nas estações 7 a 14, entretanto o maior (12,33%) foi registrado na estação 3. Nas demais (1, 2, 17 e 18) seus valores foram em torno de 4% (Fig. 3E).

Resultados semelhantes aos descritos para o carbonato de cálcio foram obtidos para a matéria orgânica, com valores mais baixos nas estações 1, 2, 15 e 18, e mais altos nas estações 3, e 6 a 14 (Fig. 3F).

Como pode ser observado nas figuras 4A e B os maiores valores de bactérias heterotróficas totais e de biomassa bacteriana (2.158,6. cel.10⁵.cm⁻³ e 13.944 µC.cm⁻³) foram encontrados na estação 16 e os menores (128,51 cel.10⁵.cm⁻³ e 680,36 µC.cm⁻³) na estação 1.

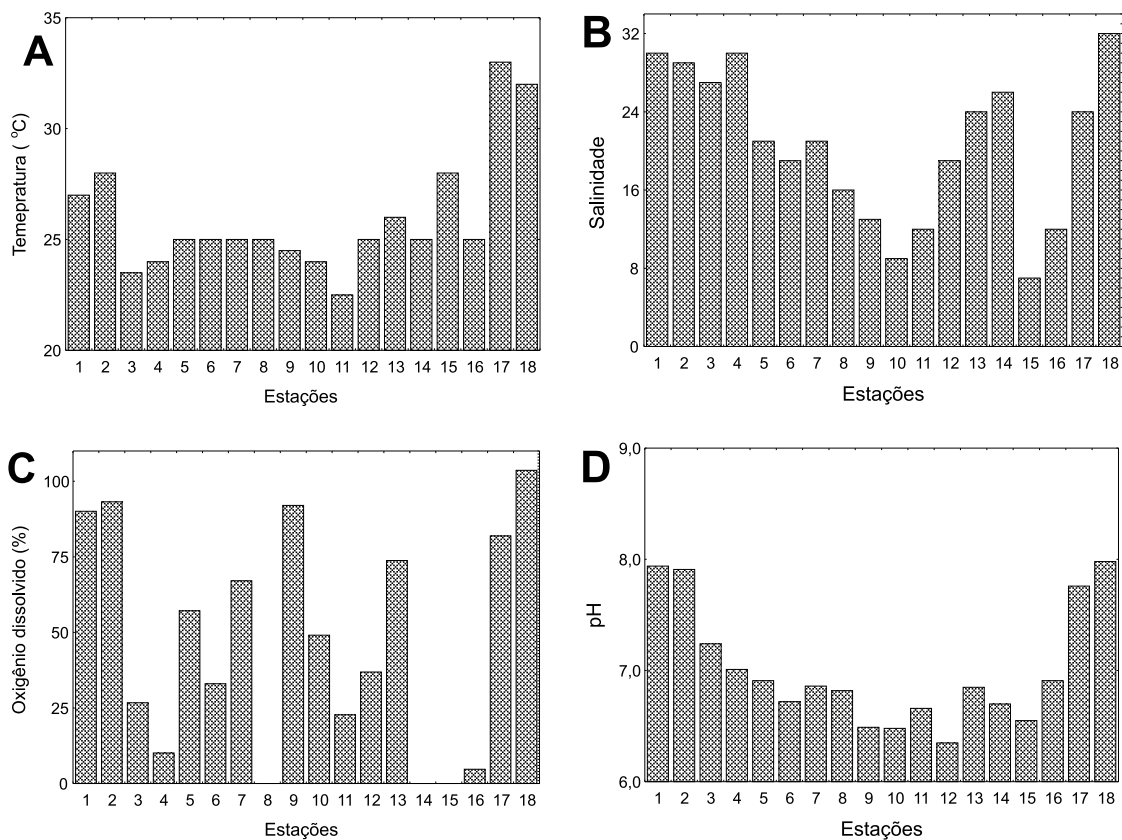


Figura 2 - Valores absolutos de: A) Temperatura; B) Salinidade; C) Oxigênio dissolvido e D) pH.

As maiores quantidades de bactérias heterotróficas halófilas, com máximo de $2597,2 \cdot 10^5$ UFC.cm⁻³ na estação 11, e halófbas, com máximo de $2150 \cdot 10^4$ UFC.cm⁻³ na estação 9, foram encontradas nas estações 7 a 13 e os menores nas estações 1 a 6 e 14 a 18 (Figs. 4 C e D).

Também puderam ser observados valores acima de 48.394 NMP.cm⁻³ de coliformes totais nas estações 7 a 13, 15 e 16. Nos sedimentos das demais estações os valores destes microrganismos, com um mínimo de 20 NMP.cm⁻³ na estação 1, foram baixos (Fig. 4 E).

Valores acima de 48.394 NMP.cm⁻³ de *E. coli* foram registrados nas estações 9 a 12. Nas demais, com exceção da estação 16, os valores foram relativamente baixos. Só os sedimentos da estação 1 estavam isentos destes microrganismos (Fig. 4 F).

O primeiro componente da ACP explicou 47,10% da variabilidade e mostrou correlação positiva entre os valores das bactérias heterotróficas halófilas (HS) e halófbas (HD), coliformes totais (CT), *E. coli* (EC), silte (SI), argila (ARG), carbonato de cálcio (CaCO₃) e matéria orgânica (MO) e inversa com o pH, temperatura (T) e

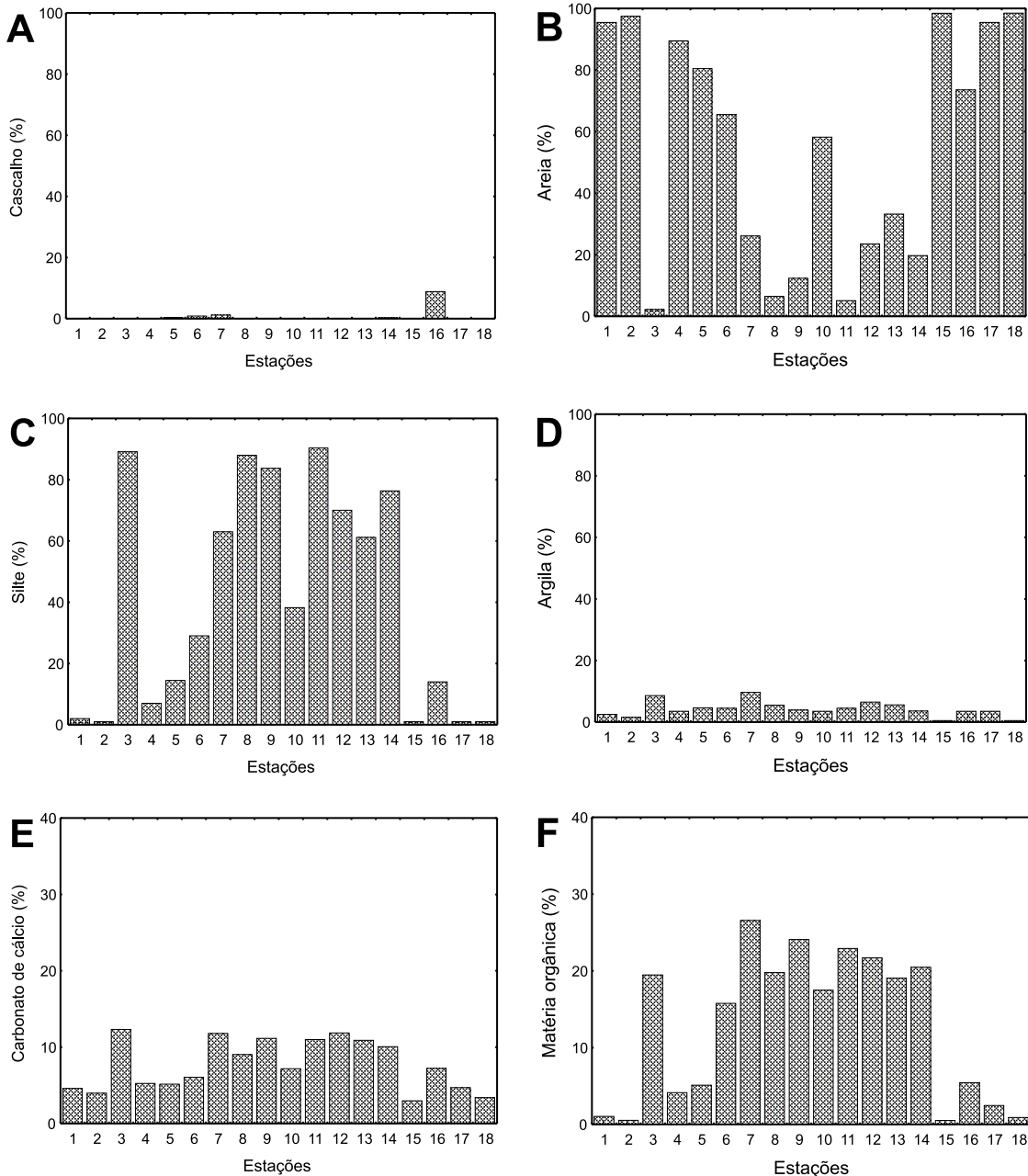


Figura 3 - Valores absolutos de: A) Cascalho; B) Areia; C) Silte e D) Argila; E) Carbonato de cálcio e E) Matéria orgânica.

areia (ARE) nas estações 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. Estes últimos, por sua vez, apresentaram correlação positiva nas estações 1, 2, 4, 5, 17 e 18 (Fig. 5).

O segundo componente explicou 21,17% da variabilidade e mostrou correlação positiva das bactérias heterotróficas totais (HT), da biomassa bacteriana (BB) e do cascalho (CA) e negativa do oxigênio dissolvido (OD) e da salinidade (S) nas estações 15 e 16. As estações 6 e 14 não influenciaram na análise (Fig. 5).

DISCUSSÃO

Atualmente não existe legislação brasileira que leve em conta o monitoramento bacteriológico de sedimentos de regiões entre-marés. Entretanto estas áreas são intensivamente utilizadas para trabalho (cultivos de ostras, atividades de pesca, pintura de barcos, entre outros) e lazer. Além disto, devido às condições climáticas locais, observa-se que as pessoas

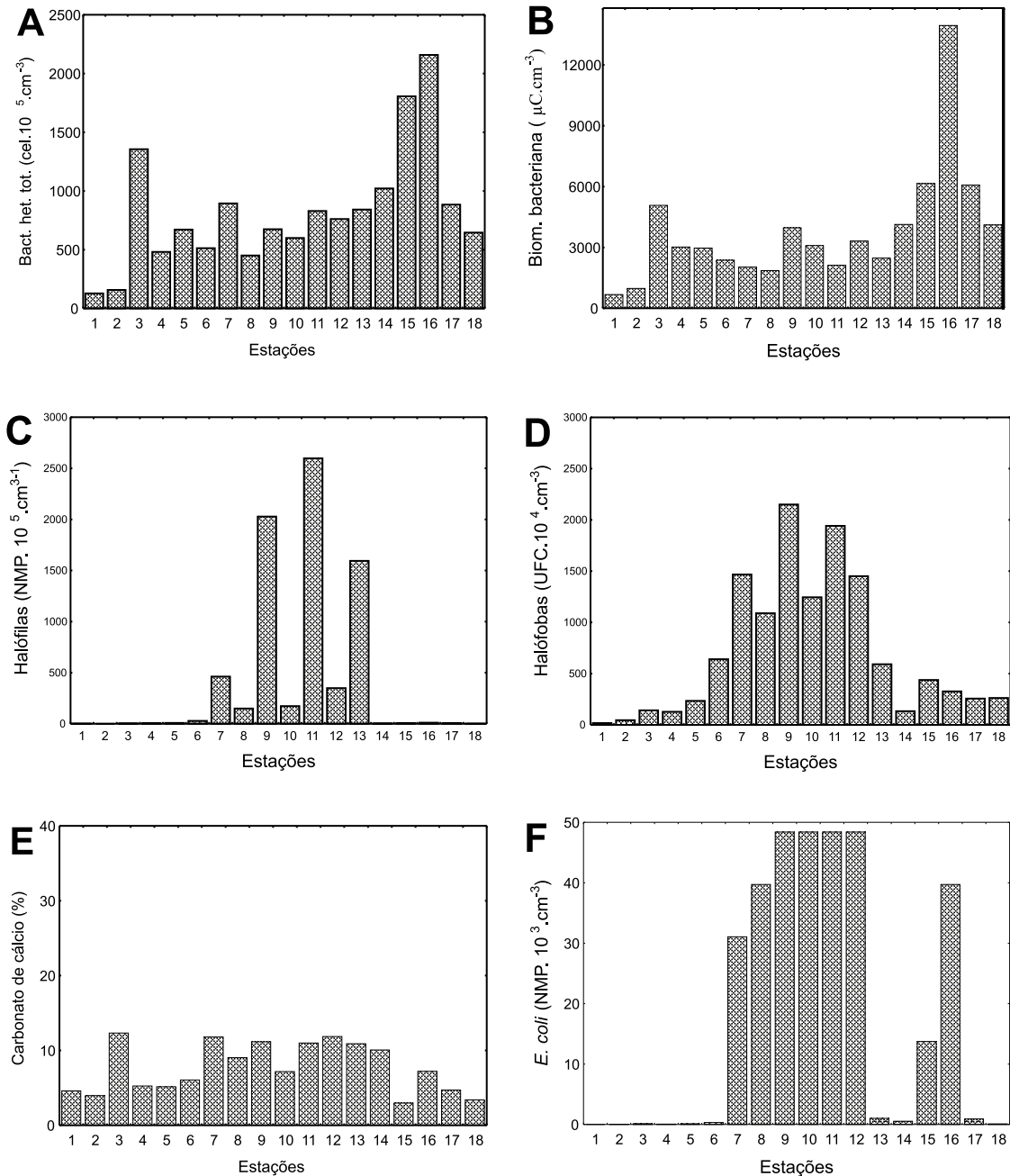


Figura 4 - Valores absolutos de: A) Bactérias heterotróficas totais; B) Biomassa bacteriana; C) Bactérias heterotróficas aeróbicas halófilas; D) Bactérias heterotróficas aeróbicas halófilas; E) Coliformes totais e F) *Escherichia coli*.

geralmente exercem suas atividades usando pouca roupa e descalças e, portanto vulneráveis a eventuais infecções. Os valores extremamente baixos de todos os grupos bacterianos estudados nas estações 1, 2, 17 e 18, localizadas em áreas urbanas mas caracterizadas por altos valores de salinidade, oxigênio dissolvido na água e sedimento constituído de areia, características típicas de regiões diretamente banhadas por águas da plataforma continental interna, sugerem que não há necessidade de seu monitoramento quanto a microorganismos patogênicos humanos. Nas estações 15 e 16, embora o sedimento estivesse constituído de mais areia que nas dos manguezais e marismas, também havia grande quantidade de cascalho e bactérias heterotróficas totais e quantidades maiores de coliformes totais e de *E. coli* que nas das praias arenosas da entrada da baía. Além disto, nelas também foram observados baixos teores de salinidade e de oxigênio dissolvido (em alguns casos não detectável). Estas estações estão localizadas junto à região mais antiga da cidade de Guaratuba, onde, na época desta pesquisa, havia saídas de esgotos não tratados diretamente para a baía, e resíduos derivados da intensa atividade antrópica (recuperação e pintura de barcos, exposição de lixo em geral, incluindo restos

de bivalves, pedaços de redes de pesca, etc.). Os resultados obtidos nestas estações mostraram que, apesar da alta granulometria dos sedimentos, existe uma relação direta entre estes microorganismos e os impactos provocados pelo homem. Isto demonstra a necessidade do monitoramento contínuo da região e adequação da legislação (Resolução no. 274 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente), inserindo análises microbiológicas em sedimentos arenosos intensamente impactados.

Resultados diferentes puderam ser observados nas regiões internas da baía. Nelas existem prioritariamente manguezais com sedimentos constituídos principalmente de silte. Os altos valores de bactérias heterotróficas aeróbicas cultiváveis, tanto halófilas quanto halófilas aí encontrados coincidem com resultados descritos por Rheinheimer (1987). O autor descreveu uma relação inversa entre o tamanho do grão de sedimento e o número de bactérias saprófitas. Entretanto os resultados também corroboraram as observações de Kolm *et al.* (1997), que estudaram a variação espacial e temporal destas bactérias em sedimentos de fundo das baías de Paranaguá e Antonina. Segundo os autores o fator limitante do desenvolvimento destes microorganismos

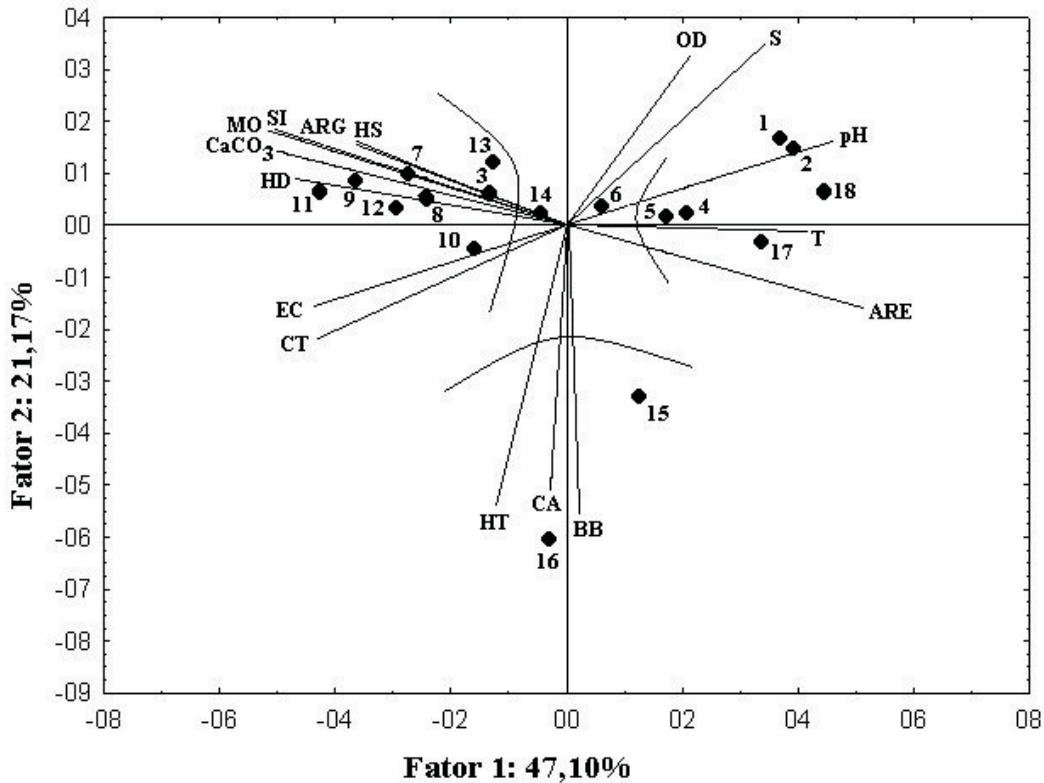


Figura 5. Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais. T = Temperatura; S = Salinidade; pH = Potencial hidrogeniônico; OD = Oxigênio dissolvido; CA = Cascalho; ARE = Areia; SI = Silte; ARG = Argila; CaCO₃ = Carbonato de cálcio; MO = Matéria orgânica; HT = Bactérias heterotróficas totais; BB = Biomassa bacteriana; HS = Bactérias halófilas; HD = Bactérias halófilas; CT = Coliformes totais; EC = *Escherichia coli*.

não é só o tamanho do grão, mas a baixa energia do ambiente e conseqüente acúmulo de matéria orgânica. Ainda é importante observar que embora as estações 15 e 16 estejam submetidas a intenso impacto antrópico em seus sedimentos, não foi observada, nestas estações, elevação destes microorganismos.

Segundo Rheinheimer (1971; 1987) em meios de cultura salinos desenvolvem-se não só bactérias halófilas, mas também halotolerantes. Os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem que grande parte das bactérias cultiváveis, encontradas nas estações internas e denominadas de “halófilas”, na realidade sejam “halotolerantes” e originárias do ambiente terrestre. Kolm *et al.* (2002) encontraram valores máximos destes microorganismos em águas superficiais da região mediana da Baía de Paranaguá e sugeriram que as salinidades intermediárias (14) sejam ideais para o desenvolvimento das bactérias halotolerantes. Como as salinidades observadas, principalmente nas estações 9 e 11 (13 e 12 respectivamente) foram semelhantes às registradas por Kolm *et al.* (2002) estes resultados reforçam as observações feitas pelos autores.

Segundo Snedaker & Snedaker (1984) entre uma preamar e outra, desenvolvem-se bactérias aeróbicas em sedimentos de manguezais. Os altos valores destas nos sedimentos superficiais e baixos de oxigênio dissolvido nas poças d’água remanescentes da preamar, encontrados nestas regiões, sugerem que, devido à anaerobiose da água intersticial dos sedimentos de manguezais, estas bactérias seqüestram o máximo de oxigênio das águas remanescentes. Entretanto não podem ser descartadas as influências dos horários em que foram coletadas as amostras nas variações de temperatura, assim como o período de emersão no oxigênio dissolvido e pH.

É importante ressaltar ainda os altíssimos valores de coliformes totais, e principalmente de *E. coli*, registrados nos manguezais da região. Como a *E. coli* é originária, entre outros, de esgotos, e estes são lançados no mar em grande quantidade nas áreas urbanas junto à entrada da baía, há indícios de que a água destas áreas é transportada aos manguezais pelo regime de marés, onde perde pouco a pouco a energia. Isto parece permitir a decantação destes microrganismos que aí permanecem nos sedimentos superficiais durante a baixa-mar. Além disto, a baixa salinidade desta região poderia beneficiar a sobrevivência destes microorganismos.

Segundo Caldeira (2004) existem três sistemas de cultivo de ostras no Complexo Estuarino de Paranaguá. Os cultivos na “lama” e em “mesas” são feitos nas regiões entre-marés. O cultivo do tipo espinhel é feito entre a margem e o canal. Nas proximidades das estações 3 e 4 da Baía de Guaratuba existem cultivos de ostras em pequena escala do tipo espinhel.

Os baixos valores de *E. coli* encontrados nos sedimentos das regiões entre-marés nestas estações mostram que esta atividade antrópica parece não influenciar estas bactérias do sedimento, principalmente na estação 3. Ela se encontra em local abrigado (braço de mar) que, por apresentar altas salinidades tanto na água (Kolm *et al.* 2007) quanto na região entre-marés, é influenciada diretamente pelas águas da plataforma continental interna. Por outro lado, apresenta na região entre-marés, sedimento siltico-argiloso com grandes quantidades de carbonato de cálcio e matéria orgânica. Tais características parecem ter influenciado o desenvolvimento de bactérias heterotróficas totais. Entretanto, é importante observar que nesse local os valores de bactérias aeróbicas cultiváveis mantiveram-se muito baixos.

Desta forma conclui-se que, na área e período estudado, foram encontrados altos valores de coliformes totais e *E. coli* em sedimentos lodosos e em sedimentos arenosos contaminados antropicamente. Nestes ainda foram observadas grandes quantidades de bactérias heterotróficas totais. Sugere-se, portanto, a inclusão de análises microbiológicas em sedimentos, entre as exigências nas legislações de monitoramento de balneabilidade e/ou de cultivo de organismos a serem consumidos crus.

AGRADECIMENTOS

Os autores são particularmente gratos ao Prof. Marco Fábio Maia Corrêa por suas valiosas sugestões e correção do texto e à Profa. Theresinha Monteiro Absber pela tradução do resumo para o inglês.

REFERÊNCIAS

- Alongi, D.M. 1994. The role of bacteria in nutrient cycling in tropical mangrove and other coastal benthic ecosystems. *Hydrobiologia*. 285:19-32.
- Bjørnsen, P.K. & Kuparinen, A. 1991. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the southern ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 71: 185-194. In: DELILE D, M FIALA & RAZOULS, S. 1996. Seasonal changes in bacterial and phytoplankton biomass in a subantarctic coastal area (Kerguelen Islands). *Hydrobiologia*. 330:143-150.
- Bouroche, J.M. & Saporta, G. 1982. Análise de dados. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 116p.
- Caldeira, G. 2004. Diagnóstico sócio-econômico e caracterização dos parques ostreícolas do Complexo Estuarino de Paranaguá. Monografia de

- Bacharelado. Centro de Estudos do Mar. Universidade Federal do Paraná - UFPR. 149 p.
- Clark, K.R. & Warwick, R.M. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council. United Kingdom, 144p.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 274 de 29 de novembro de 2000. Ministério do Meio Ambiente. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>. Acessado em 27 de março de 2008.
- Grasshoff, K.; Kremling, K. & Ehrhardt, M. 1999. Methods of sea water analysis. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim. 600 p.
- Hoppe, H.G. 1986. Degradations in Seawater. In: Rehm, H.J. & Reed, G. (ed.) Biotechnology. VHC Verlagsgesellschaft, Weinheim, 8: 454-474pp.
- Hodson, R.E., Holm-Hansen, O. & Azam, F. 1976. Improved methodology for ATP determination in marine environments. Mar. Biol. 34: 134-149. In: CHOCAIR, JA. & LJ ALBRIGHT. 1983. Actividad heterotrófica de microorganismos de sedimento y agua en Isla Iona, Columbia Británica, Canadá. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 10(1): 31-45.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acessado em 07 de fevereiro de 2008.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 1995. Diagnóstico ambiental da APA de Guaqueçaba. Versão preliminar. IPARDES/IBAMA. 166p.
- Johnson, R.W. & Calder, J. 1973. Early diagenesis of fatty acids and hydrocarbon in a salt marsh environment. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 37: 1943-1945. In: Chocair, J.A. & Albright, L.J. 1983. Actividad heterotrófica de microorganismos de sedimento y agua en Isla Iona, Columbia Británica, Canadá. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 10(1): 31-45.
- Kolm, H.E. & Absher, T.M. 1995. Spatial and temporal variability of saprophytic bacteria in the surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Hydrobiologia*. 308: 197-206.
- Kolm, H.E. & Corrêa, M.F.M. 1994. Distribuição espacial e variabilidade temporal de bactérias saprófitas na praia arenosa de Pontal do Sul, Paraná. *Arq. Biol. Technol.* 37(2): 391-402.
- Kolm, H.E.; Giamberardino Filho, R.E. & Kormann M.C. 1997. Spatial distribution and temporal variability of heterotrophic bacteria in the sediments of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Revista de Microbiologia*. 28: 230-238.
- Kolm, H.E.; Santos, P.R.N. de M. dos. & Sautter, K.D. 2007. Bacteria in water and sediment of the Guaratuba Bay, Paraná, Brazil. *Tropical Oceanography (on line)*. 35(1):51-69.
- Kolm, H.E.; Schoenenberger, M.F.B.; Piemont, M.R.; Souza, P.S.A.; Schnell E Scühl, G, Mucciato, M.B. & Mazzuco, R. 2002. Spatial variation of bacteria in surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 45(1): 27-34.
- Kolm, H.E. Santos, P. R. N. de M. dos. & SAUTTER K. D. 2007. Bacteria in Water and Sediments of Guaratuba Bay, Paraná, Brazil. *Tropical Oceanography (on line)*. 35(1): 51-69.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1983. *Numerical Ecology*. Elsevier Scientific Publ. Company. Amsterdam-Oxford-New York, 217p.
- Marone, E.; Noernberg M.A.; Santos, I. dos.; Lautert, O.R.; Andreoli, O.R.; Buba, H. & Fill, H.D. 2004. Hydrodynamic of Guaratuba Bay PR. Brazil. *J. Coast. Res.* SI 39. 1879 -1883.
- Middelboe, M. & Glud, R.N. 2003. Distribution of viruses and bacteria in relation to diagenetic activity in an estuarine sediment. *Limnol. Oceanogr.* 48(4): 1447-1456.
- Parsons T.R.; Maita, Y. & Lalli, C.M. 1984. Direct Counting of Bacteria by Fluorescence Microscopy. In: *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press. Toronto, 128p.
- Rheinheimer, G. 1971. Über das Vorkommen von Brackwasserbakterien in der Ostsee. *Suppl. Vie et Milieu*. 22: 281-291.
- Rheinheimer, G. 1987. *Microbiologia de las aguas*, Editora Acribia S.A. Zaragoza, 299p.
- Rodina A.G. 1972. *Methods in Aquatic Microbiology*. University Park Press, Baltimore and Butterworth & Co (Publishers) Ltd. London. 461p.
- Snedaker, S.C. & Snedaker, J.G. 1984. Waterlogged saline soils. In: *The mangrove ecosystem: research methods*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. UNESCO. United Kingdom. 251p.