

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA MARINHA

**Bactérias na Gamboa do Maciel (Paraná, Brasil):  
um subsídio para o cultivo de ostras**

**IONE LUCY NOWICKI**

M.  
2006-24

PONTAL DO PARANÁ  
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA MARINHA

**Bactérias na Gamboa do Maciel (Paraná, Brasil):  
um subsídio para o cultivo de ostras**

**IONE LUCY NOWICKI**

Monografia apresentada ao Centro de  
Estudos do Mar como requisito parcial  
para a obtenção do título de Bacharel  
em Oceanografia.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Hedda Elisabeth Kolm

Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Adriana Siqueira

PONTAL DO PARANÁ

2006

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Irma Thiesen Nowicki, e ao meu pai Igor Luiz Nowicki, que me incentivaram e me "patrocinaram" nos estudos.

Agradeço à Professora Hedda Elisabeth Kolm pela orientação nesta pesquisa, amizade e confiança. À Dr<sup>a</sup>. Adriana Siqueira pela paciência e orientação durante a análise de meus dados.

Ao Flávio Michelante pela força e a co-co-orientação. À Helenita Forceline pela ajuda na saída de campo. À presteza dos barqueiros Abrão e Josias. À Lilyane de Oliveira pela ajuda nas desatações dos nós...

Agradeço à todas minhas amigas e aos meus afilhados Yuri e Jonatan pela compreensão da minha ausência. À Tassiane Dawies por tudo.

Às minhas ex-companheiras de casa: Dani, Lu, Lia, Lily, Manu, Ju e Paula, que de alguma maneira me ajudaram a chegar aqui.

Aos amigos Kássio Rios, Manoela Romanó e Maria Carolina Canassa pela compreensão durante a disciplina de análise espacial costeira.

Agradeço ao meu amor Leandro Belegante pelo incentivo, força, carinho e paciência.

Aqueles que escutaram minhas dificuldades e lamentações durante esta pesquisa.

Aos Professores Eduardo Marone, Maurício Noemberger e Maurício Camargo pelo fornecimento dos dados meteorológicos e ajuda nas análises estatísticas.

À Professora Eunice Machado pela disponibilização de seu laboratório e à Liciane pela ajuda nas análises químicas.

A Deus e à todos aqueles que acreditaram e torceram por mim.

Muito Obrigada!!!

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	i
Lista de Anexos.....	iii
Resumo.....	iv
<b>1. Introdução.....</b>	<b>01</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>05</b>
<b>3. Área estudada.....</b>	<b>05</b>
<b>4. Materiais e Métodos.....</b>	<b>07</b>
4.1 Abióticos.....	09
4.2 Bióticos.....	10
4.3 Análises estatísticas.....	11
<b>5. Resultados.....</b>	<b>12</b>
5.1 Abióticos .....	12
5.2 Bióticos.....	24
5.3 Análise dos componentes principais.....	33
<b>6. Discussão.....</b>	<b>35</b>
<b>7. Conclusões.....</b>	<b>38</b>
<b>8. Bibliografia.....</b>	<b>39</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>42</b>

## Lista de figuras

Figura 1	Exemplo de cultivo na lama.....	3
Figura 2	Exemplo de cultivo em mesas.....	3
Figura 3	Exemplo de cultivo do tipo "long line".....	4
Figura 4	A) Mapa da Gamboa do Maciel; B) Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá; C) Mapa do Brasil.....	6
Figura 5	Foto da gamboa do Maciel com a localização do local da coleta.....	7
Figura 6	Perfil vertical da Gamboa do Maciel com localização das estações de coleta.....	8
Figura 7	Coletor das amostras.....	8
Figura 8	Valores absolutos da temperatura da água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	12
Figura 9	Representação gráfica da temperatura em relação à maré e ao período do ano.....	13
Figura 10	Valores absolutos da salinidade da água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	14
Figura 11	Representação gráfica da salinidade em relação à maré e ao período do ano.....	15
Figura 12	Valores absolutos do pH da água. A) Baixa-mar B) Preamar....	16
Figura 13	Representação gráfica do pH em relação à maré e ao período do ano.....	17
Figura 14	Valores absolutos da percentagem de oxigênio dissolvido na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	18
Figura 15	Representação gráfica do oxigênio dissolvido em relação à maré e ao período do ano.....	19
Figura 16	Valores absolutos de material particulado em suspensão na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	20
Figura 17	Representação gráfica do material particulado em suspensão em relação à maré e ao período do ano.....	21

Figura 18	Valores absolutos de matéria orgânica particulada na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	22
Figura 19	Representação gráfica da matéria orgânica particulada em relação à maré e ao período do ano.....	23
Figura 20	Valores absolutos de concentração de clorofila "a" na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	24
Figura 21	Representação gráfica da clorofila "a" em relação à maré e ao período do ano.....	25
Figura 22	Valores absolutos de bactérias heterotróficas totais na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	26
Figura 23	Representação gráfica das bactérias heterotróficas totais em relação à maré e ao período do ano.....	27
Figura 24	Valores absolutos da biomassa bacteriana na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	28
Figura 25	Representação gráfica da biomassa bacteriana em relação à maré e ao período do ano.....	29
Figura 26	Valores absolutos de Coliformes totais na água. A) Baixa-mar B) Preamar.....	30
Figura 27	Representação gráfica dos coliformes totais em relação à maré e ao período do ano.....	31
Figura 28	Valores absolutos de <i>E. Coli</i> na água. A) Baixa-mar. B) Preamar.....	32
Figura 29	Representação gráfica da <i>Escherichia coli</i> em relação à maré e ao período do ano.....	33
Figura 30	Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais destacando as estações de coleta.....	34

**Lista de anexos**

Anexo I	Tabela com os valores bióticos e abióticos analisados.....	43
Anexo II	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Temperatura X Período.....	45
Anexo III	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Salinidade X Período e Salinidade X Maré.....	45
Anexo IV	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: pH X Período e pH X Maré.....	45
Anexo V	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Oxigênio dissolvido X Período e Oxigênio dissolvido X Maré....	45
Anexo VI	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Material Particulado em suspensão X Período.....	46
Anexo VII	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Matéria orgânica particulada X Período e Matéria orgânica particulada X Maré.....	46
Anexo VIII	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Clorofila X Período e Clorofila X Maré.....	46
Anexo IX	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Bactérias heterotróficas totais X Maré.....	47
Anexo X	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Biomassa bacteriana X Maré.....	47
Anexo XI	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: Coliformes totais X Período.....	47
Anexo XII	Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre: <i>Escherichia coli</i> X Estações de coleta.....	47
Anexo XIII	Resultados do teste POST HOC LSD entre: <i>Escherichia coli</i> X Estações de coleta.....	47

## RESUMO

Nesta pesquisa, estudou-se a variabilidade quantitativa do número de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli* nas margens e no canal de maré da Gamboa do Maciel, Paraná. Esta se encontra localizada entre o balneário de Pontal do Sul e o município de Paranaguá. As amostras foram coletadas em cinco pontos, sendo um no canal de maré, dois entre as margens e o canal, e dois nas margens da gamboa. Foram analisadas as relações entre os valores bacterianos com os fatores físico-químicos da água: temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, matéria orgânica particulada e clorofila "a". O estudo evidenciou correlação positiva entre a matéria orgânica particulada, o material particulado em suspensão e negativa entre a salinidade, clorofila e o oxigênio dissolvido em todas as estações de coleta na baixa-mar no verão. Também houve correlação positiva entre as bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *E. coli* e negativamente com o pH em todas as estações de coleta durante a baixa-mar de inverno. Os valores de *E. coli* foram significativamente mais elevados nas estações localizadas nas margens. Os resultados mostram que os cultivos mais adequados são os do tipo "long line" por estarem localizados entre as margens e o canal de maré.



## 1. INTRODUÇÃO

A maricultura, definida pela arte de cultivar organismos marinhos como algas, crustáceos, peixes e moluscos, vem apresentando um crescimento contínuo no litoral brasileiro. Ela representa uma potencial alternativa técnica e econômica graças ao incremento de novas técnicas e de um avançado estudo nesta atividade. Nesta forma, há um aumento de renda para várias famílias que moram nas regiões costeiras do Brasil, além de reduzir a pressão da exploração direta sobre os estoques naturais destes recursos (Caldeira & Seravall, 2005).

No cultivo de moluscos, as ostras são responsáveis pela maior partes da produção e do lucro obtidos neste tipo de atividade. No litoral brasileiro, as espécies de ostras de maior interesse econômico pertencem ao gênero *Crassostrea*, da família Ostreidae. As espécies deste gênero são eurialinas, adaptadas ao ambiente estuarino. São gonocóricas, os gametas são liberados na água, onde se dá a fertilização. As larvas são planctônicas e, ao completarem o ciclo vital, fixam-se em substrato duro e sofrem metamorfose (Galtsoff, 1964). Segundo Kolm & Absher (submetido) durante todo o ciclo de vida, desde larva até adulta, são filtradoras, retirando da água o fitoplâncton de que se alimentam.

De acordo com o relatório publicado pela "Food and Agriculture Organization of the United Nations" (FAO, 1992) a comercialização mundial de ostras provenientes de aquicultura, em 1990, foi de 876.629 toneladas. Embora o Brasil não seja um grande consumidor de ostras, elas têm uma boa aceitação no mercado, principalmente em regiões litorâneas, onde são consumidas pelas populações locais e por veranistas. Suas conchas são utilizadas pelas famílias caiçaras e locais na fabricação de peças artesanais.

No Complexo Estuarino de Paranaguá, o cultivo da ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) ou ostra do mangue, é desenvolvido em pequena escala por comunidades de pescadores artesanais como alternativa de incremento no rendimento econômico familiar, fortemente comprometido por períodos de defeso ou de baixa produtividade pesqueira. A atuação de instituições que através de trabalhos de extensão buscavam alternativas sustentáveis de geração de renda

para as populações tradicionais foi decisiva no surgimento da ostreicultura em várias comunidades desta região (Caldeira, 2004).

Devido ao eficiente mecanismo de filtração esses bivalves são capazes de acumular, a partir da água do mar adjacente, grande quantidade de microorganismos e, conseqüentemente, armazenar uma flora bacteriana excepcionalmente rica (Kinne, 1983). Assim sendo, apesar de não contraírem doenças bacterianas, os moluscos filtradores podem agir como portadores de microorganismos patogênicos humanos (Johnstone, 1905; Trawinski, 1933; Steiniger, 1956; Sakazaki *et al.* 1963; Moussa, 1965; Brisou, 1974 entre outros).

Desta forma esses organismos podem acumular, entre outros, grandes quantidades de coliformes quando mantidos em águas poluídas por dejetos de animais homeotérmicos. Tal fato se agrava ao tratar-se de organismos consumidos prioritariamente crus ou abertos no bafo. Como os sistemas de tratamento de esgotos das cidades de Paranaguá, Antonina e Guaraqueçaba são deficientes, e faltam registros adequados de contaminações do estuário por efluentes domésticos, as águas em que as ostras são cultivadas devem estar contaminadas.

As técnicas de produção aquícola, por sua vez, podem ser classificadas segundo as estruturas utilizadas para o cultivo. A escolha destas depende da espécie que será cultivada, da área selecionada e da disponibilidade de capital inicial do empreendedor. Podemos encontrar: 1) o cultivo na lama (Figura 1); 2) cultivo em mesas (Figura 2); 3) cultivo "long-line" que consiste em balsas sustentadas na superfície por um sistema de flutuadores que podem ser pedaços de isopor ou flutuadores de plástico. Nas regiões mais profundas e/ou expostas, as lanternas podem ser suspensas em linhas de flutuadores presas no fundo com a ajuda de poitas. A linha principal (de preferência cabos de seda de 18 a 24 mm) é mantida junto à superfície com a ajuda de flutuadores (20 a 50 litros) separados entre si a cada 1 ou 2 metros (Caldeira, 2004) (Figura 3).



Figura 1. Exemplo de cultivo na lama (Fonte: Caldeira, 2004).



Figura 2. Exemplo de cultivo em mesas (Fonte: Caldeira, 2004).

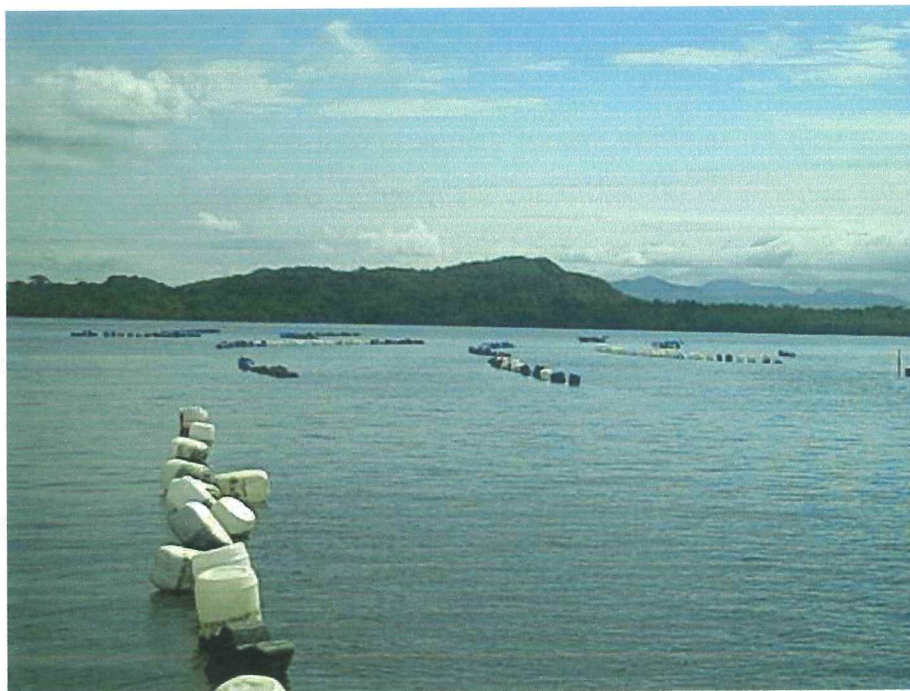


Figura 3. Exemplo de cultivo do tipo “long line” (Fonte: Caldeira, 2004).

Como pode ser observado nas Figuras 1 e 2, os sistemas de cultivos na lama e em mesas são feitos nas regiões entre-marés. Os cultivos do tipo “long line” são feitos em áreas adjacentes aos canais de maré, pois estes são utilizados para a navegação. Além disto grande parte deles está localizado, principalmente por motivos de segurança, próximo das casas. A presença de um lençol freático superficial nestas regiões impede a construção de fossas sépticas e poços mortos (sumidouros). Deste modo os esgotos residenciais são jogados diretamente no mar podendo desaguar em lugares muito próximos das ostreiculturas, o que faz com que as ostras filtrem grandes quantidades de bactérias de origem antrópica. Assim sendo, trabalhos como o da presente pesquisa são importantes para dar subsídios aos cultivadores de ostras da região, orientando-os quanto à localização ideal dos seus cultivos.

## 2. OBJETIVOS

Os objetivos da presente pesquisa foram: verificar na Gamboa do Maciel, a variabilidade quantitativa do número de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli* nas margens e no canal de maré.

Inter-relacionar os valores bacterianos com fatores físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, matéria orgânica particulada e clorofila "a").

## 3. ÁREA ESTUDADA

O Complexo Estuarino de Paranaguá (Lat. 25°16'34"S; Long. 48°17'42"W) é o maior do Estado do Paraná. Estende-se por cerca de 50 km continente adentro, desde suas barras de acesso, flanqueadas pela Ilha do Mel, dirigindo-se para oeste até a cidade de Antonina e para o norte até a cidade de Guaraqueçaba (Bigarella, 1978) (Figura 4).

Com base no sistema de drenagem terrestre ele pode ser dividido em dois setores principais: a) o formado pelas Baías de Paranaguá e Antonina e b) o constituído pelas Baías das Laranjeiras, dos Pinheiros, de Guaraqueçaba e pelas enseadas do Benito e de Itaqui (Müller, 1984; Absher, 1989).

Na orla das baías de Paranaguá e Antonina, em ilhas rasas e planas e ao longo das margens dos rios e gamboas, são encontradas formações de mangue (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*). Estas formações vegetais foram caracterizadas por Müller (1984) como sendo dos tipos em franja ou ilhote, pouco desenvolvidas, e que, segundo Rebello e Brandini (1990) propiciam o enriquecimento da região por detritos orgânicos. Nas regiões mais calmas das baías, são encontrados bancos de *Spartina alterniflora* (Bigarella, 1978; Lana e Guiss, 1991).

A temperatura média da região é de 21,1°C com amplitude média de 7,9°C e a precipitação anual é de 2.000 mm. O clima pode ser definido como tropical de transição (Maack, 1981).

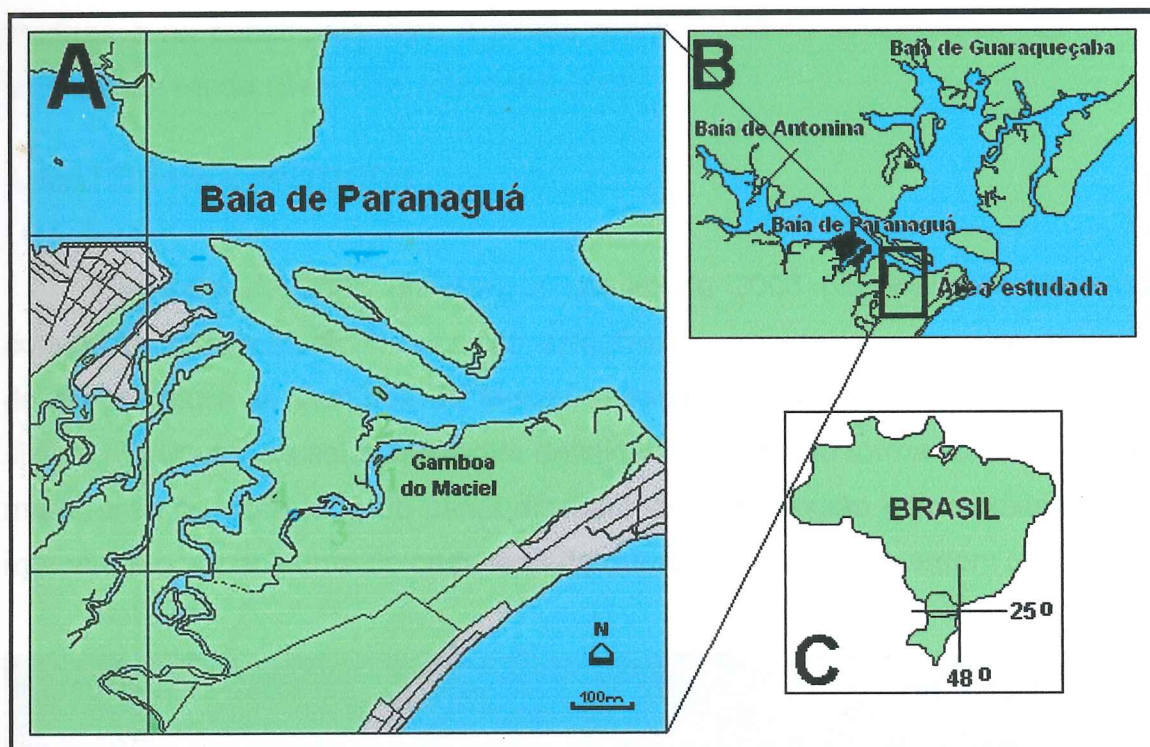


Figura 4. A) Mapa da Gamboa do Maciel; B) Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá; C) Mapa do Brasil. (Fonte: Arquivo pessoal)

Os rios mais importantes da Baía de Paranaguá são o Guaraguaçu e o Nhundiaquara. As gamboas mais importantes são a do Itiberê, do Maciel, das Pedras, do Embocuí e do Emboguaçu.

A Gamboa do Maciel ( $25^{\circ}33'41''\text{S}$  e  $48^{\circ}25'20''\text{W}$ ) tem uma extensão de aproximadamente 10,6 km (Almeida *et al*, 1989) e encontra-se localizada entre Pontal do Sul e a cidade de Paranaguá (Figura 4B). Como as demais gamboas da região, ela apresenta um traçado tipicamente meandrante. Na sua desembocadura ocorre uma depressão com profundidade máxima estimada em 20 m. Segundo Lana (1986) o sedimento desta área é estruturalmente complexo, com 16 classes texturais distintas, desde finos até grânulos. Os valores de carbonato de cálcio são intermediários (6,7%) e os de matéria orgânica elevados. Suas margens são bordadas por manguezais com pouca influência antrópica.

A comunidade do Maciel é considerada relativamente pequena, composta por aproximadamente 35 famílias. A principal fonte de renda destas famílias vem de municípios vizinhos, como Paranaguá, onde exercem funções diversas em

marinas e na construção civil. A pesca e a aquicultura deixaram de ser a fonte principal de renda (Serenski, *não publicado*).

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Em julho de 2005 (inverno) e janeiro de 2006 (verão) foram realizadas coletas de água superficial em cinco estações de uma margem à outra, próximo à desembocadura da Gamboa do Maciel, durante as baixa-mares e preamares de sizígia (Figura 5). As estações foram definidas da seguinte forma: uma no canal de maré, uma de cada lado do canal de maré em uma região intermediária entre a margem e o canal e uma de cada lado da gamboa próximo à margem (Figura 6).



Figura 5. Foto da Gamboa do Maciel com a localização do local da coleta. (Fonte: Arquivo pessoal)

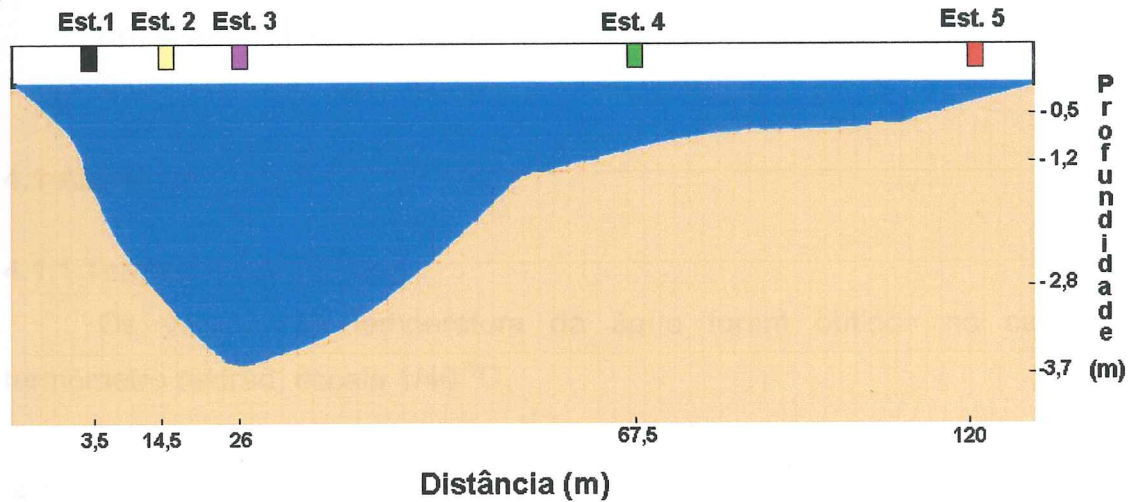


Figura 6. Perfil vertical da Gamboa do Maciel com localização das estações de coleta. (Fonte: Arquivo pessoal).

As coletas de água de todas as estações foram feitas com o barco desligado (a remo) para evitar miscigenação das águas e suspensão do sedimento. As águas foram coletadas com um pegador de água, constituído por uma vasilha plástica acoplado a um cabo de madeira (Figura 7), desenvolvido por Andretta (1999), e transferidas, ainda no barco, para os respectivos recipientes.



Figura 7. Coletor das amostras (Fonte: Andretta, 1999).



Em todas as estações foram avaliados os seguintes parâmetros:

#### **4.1 Abióticos**

##### **4.1.1 Temperatura da água**

Os valores de temperatura da água foram obtidos no campo com termômetro padrão, escala 1/40 °C.

##### **4.1.2 Salinidade**

Sub-amostras de água foram acondicionadas em frascos de polietileno, fechados hermeticamente para evitar a evaporação e transportadas ao Laboratório de Microbiologia Marinha. A salinidade foi medida com refratômetro ATAGO modelo S/MILL com escala de 40‰.

##### **4.1.3 Potencial hidrogeniônico**

Medido no laboratório com auxílio de pHmetro portátil digital Digimed.

##### **4.1.4 Oxigênio dissolvido**

As amostras foram colocadas em frascos esmerilhados com volume conhecido, evitando a formação de bolhas. No local da coleta foram adicionados 1,0 mL de Cloreto de Manganês II e 1,0 mL de Iodeto de Potássio (para possibilitar a determinação por titulação de oxido-redução). Os frascos foram homogeneizados suavemente e acondicionados em uma caixa de isopor com água do local e trazidas ao laboratório onde foi feita a análise seguindo a técnica descrita por Strickland & Parsons (1968). A porcentagem de saturação foi calculada segundo as tabelas de solubilidade de oxigênio na água ( $\text{cm}^3/\text{dm}^3$ ).

#### **4.1.5 Material particulado em suspensão (MPS) e matéria orgânica particulada (MOP)**

O MPS e o MOP foram obtidos através da filtração de aproximadamente 1L de água de cada amostra em filtros GF/F previamente pesados. Em seguida os filtros foram secos em estufa a 60°C até a constância de peso e pesados novamente. Através da diferença de peso obteve-se o valor do MPS. Posteriormente, os filtros foram incinerados em mufla por uma hora em 450°C e pesados novamente. Através desta diferença de peso obteve-se o MOP.

#### **4.1.6 Maré**

Todas as coletas foram feitas em horários que se aproximassem da preamar e baixa-mar de sizígia. Para a obtenção destes horários, foi consultada a Tábua de Marés fornecida pelo Laboratório de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar. Como a Gamboa do Maciel está localizada entre o Canal da Galheta e o Porto de Paranaguá foi feita uma extrapolação, tendo por base as previsões das marés destes locais.

### **4.2 Bióticos**

#### **4.2.1 Clorofila "a"**

De cada amostra de água foram retirados 60 mL para a análise de clorofila "a", baseada no método fluorométrico descrito por Strickland & Parsons (1968). Este volume foi filtrado, para todas as amostras, em filtros de fibra de vidro Whatmann GF/F, e armazenado a -18°C em envelopes feitos com folhas de alumínio. Para a extração da clorofila foi utilizada acetona 90% como solvente e a leitura feita em fluorômetro Turner 10-AU.

#### **4.2.2 Bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana**

Duas réplicas de água foram coletadas no campo (15 ml), formalizadas *in loco* e transportadas ao Laboratório de Microbiologia Marinha do Centro de Estudos do Mar (CEM).

No laboratório, um mililitro de cada amostra foi filtrado em filtros de membrana Nucleopore (0,22  $\mu\text{m}$  de poro) previamente escurecidos. A contagem de bactérias foi realizada por microscopia de epifluorescência (Microscópio Nikon, mod. Labophot), utilizando-se o fluorocromo laranja de acridina, seguindo-se metodologia descrita por Parsons *et al.* (1984).

Para a quantificação da biomassa bacteriana as bactérias de seis campos óticos foram quantificadas em cocos, bacilos pequenos e bacilos grandes (aproximadamente 0,5 x 0,5 $\mu\text{m}$ , 0,5x 1,0 $\mu\text{m}$  e acima de 1,0 $\mu\text{m}$  respectivamente). O biovolume foi determinado a partir de figuras geométricas aproximadas, e se utilizou o fator de conversão de 0.4  $\text{pgC} \cdot \mu\text{m}^{-3}$  (Bjørnsen & Kuparinen, 1991).

#### 4.2.3 Coliformes totais e *Escherichia coli*

As amostras de água foram levadas ao laboratório e preparadas na diluição de 1:1 (50mL : 50mL) com água destilada autoclavada. Para a análise foi utilizado um substrato cromogênico composto basicamente por sais, ortho-nitrofenil- $\beta$ -d-galactopyranosídeo (ONPG) específico para o grupo de coliformes totais e 4-metil-umberifenil glucoronídeo (MUG) específico para *Escherichia coli*, conforme descritos no "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (1995). Os produtos utilizados foram os Colilert, de acordo com a metodologia sugerida pela empresa Idexx Laboratories, Inc.

O material foi incubado em cartelas por 18 a 24 horas a 36<sup>0</sup>C. A contagem das *E. coli* foi realizada sob luz ultravioleta (365nm) e os coliformes totais sob iluminação natural. Para obtenção do número mais provável (NMP) dos coliformes em 100 ml de água, utilizou-se uma tabela fornecida pela empresa.

#### 4.3 Análise Estatística

Todos os resultados obtidos foram analisados através dos pacotes STATISTICA (StatSoft Inc., 1997 e 2001). Para a comparação entre as variáveis analisadas foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA), e quando pertinente, o "Post hoc" de Tukey e LSD. Os valores obtidos nesta análise ("F", "p" e grau de liberdade) estão inseridos no texto, e os resultados estão apresentados em forma

de gráficos. O nível de significância adotado foi de 95%. Para avaliar a interrelação entre os parâmetros abióticos e bióticos foi aplicada a Análise dos Componentes Principais (PCA).

## 5. RESULTADOS

Para as análises estatísticas e confecções dos gráficos foram utilizadas médias aritméticas dos resultados obtidos. Os valores dos parâmetros estudados (n=2) encontram-se em Anexo I.

### 5.1 Abióticos

#### 5.1.1 Temperatura da água

A Figura 8 mostra que a temperatura mínima foi constante nas cinco estações durante a baixa-mar de inverno (18°C) e a máxima (27,75°C) foi observada na estação 5, durante a preamar no verão.

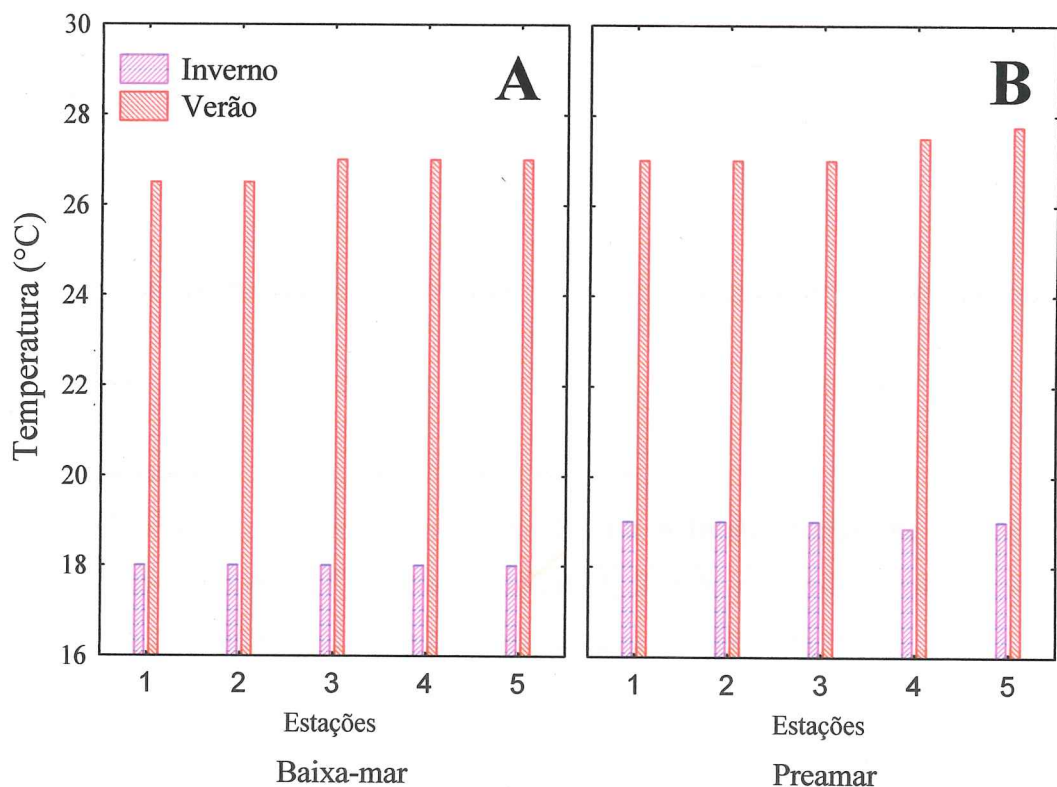


Fig. 8. Valores absolutos da temperatura da água. A) Baixa-mar B) Preamar.

A diferença da temperatura entre os períodos (verão/ inverno) foi significativa ( $F(1, 38)= 3683,90$ ;  $p<0,0000$ ) (Anexo II) com valores mais elevados no verão. Ao longo das estações e da alternância da maré a variabilidade não foi significativa ( $F(4, 35)=0,01$ ;  $p< 0,9999$  e  $F(1, 38)=0,26$ ;  $p<0,6119$  respectivamente) (Figura 9).

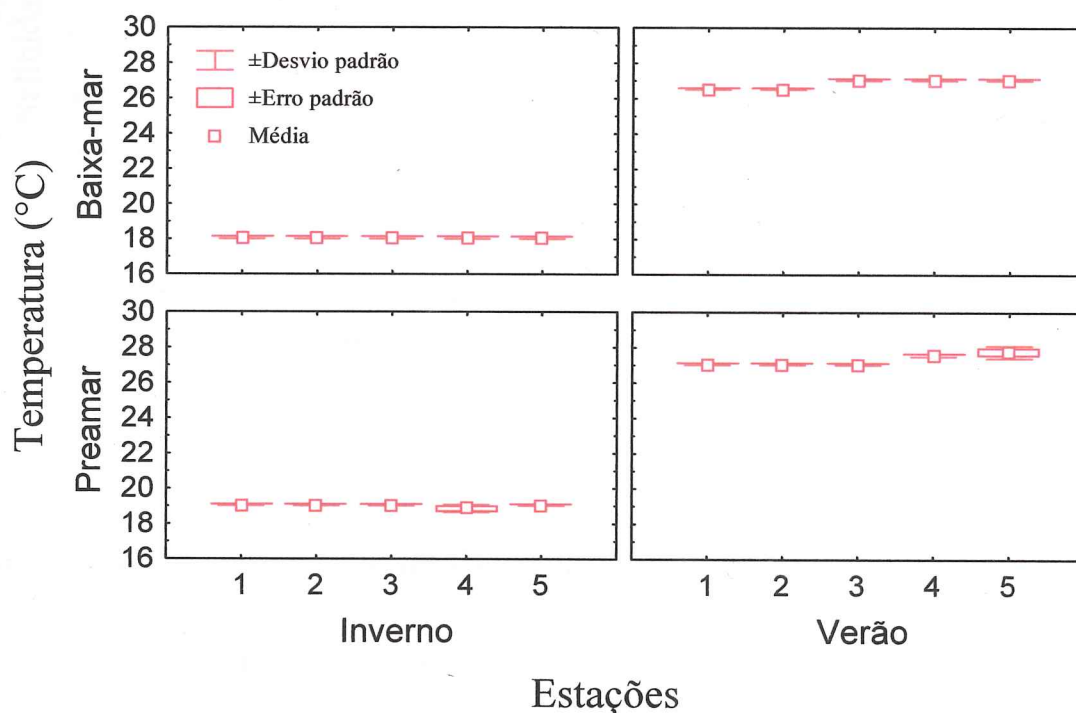


Fig. 9. Representação gráfica da temperatura em relação à maré e ao período do ano.

### 5.1. 2 Salinidade

A salinidade, com um máximo de 35 na estação 3 durante o inverno na preamar, e um mínimo (27,5) nas estações 1, 2 e 5, no verão, durante a baixa-mar, variou principalmente com a alternância das marés (Figura 10).

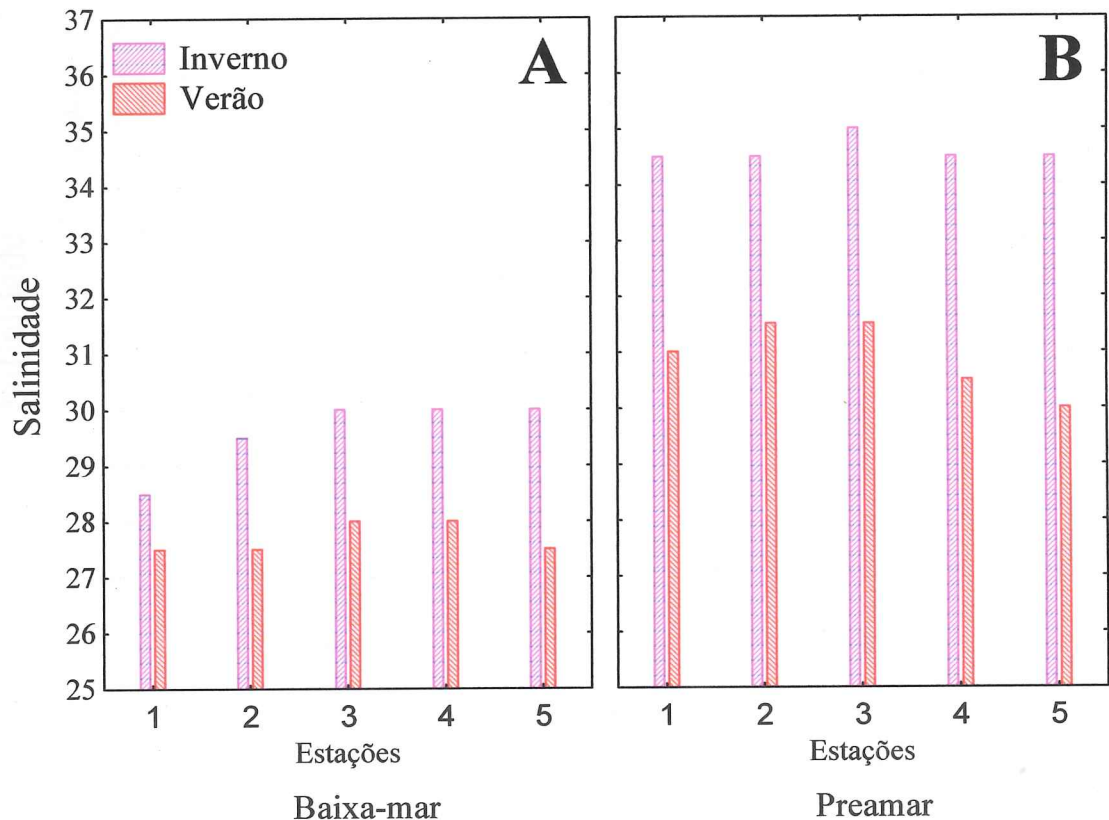


Fig. 10. Valores absolutos da salinidade da água. A) Baixa-mar B) Preamar.

As diferenças observadas entre as médias da salinidade da baixa-mar e preamar, com valores mais elevados na preamar de inverno, foram significativas ( $F(1, 38) = 63,69$ ;  $p < 0,0000$ ). Resultados semelhantes foram observados para as diferenças entre os dois períodos estudados ( $F(1, 38) = 15,68$ ;  $p < 0,0003$ ) (Anexo III). Não houve variabilidade significativa entre a salinidade ao longo das estações ( $F(4, 35) = 0,09$ ;  $p < 0,9858$ ) (Figura 11).

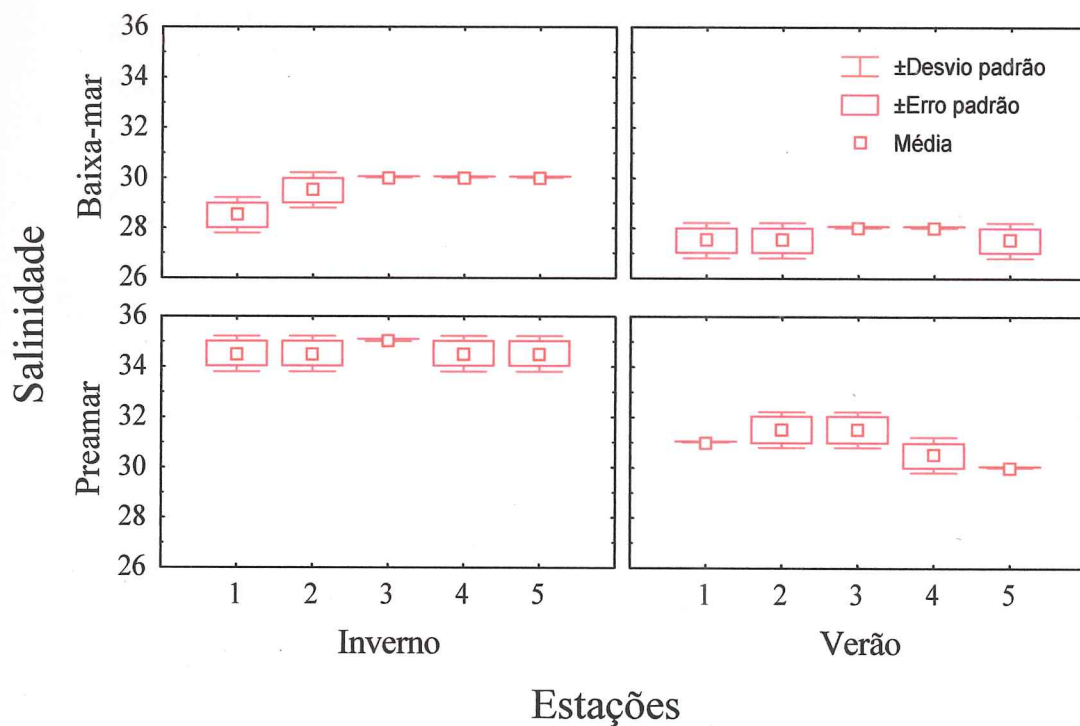


Fig. 11. Representação gráfica da salinidade em relação à maré e ao período do ano.

### 5.1. 3 Potencial hidrogeniônico

Como pode ser observado na Figura 12, os valores de pH, com um máximo de 8,43 na estação 2 na preamar do verão e um mínimo (7,61) na estação 1 na baixa-mar do inverno, foram mais elevados na preamar.

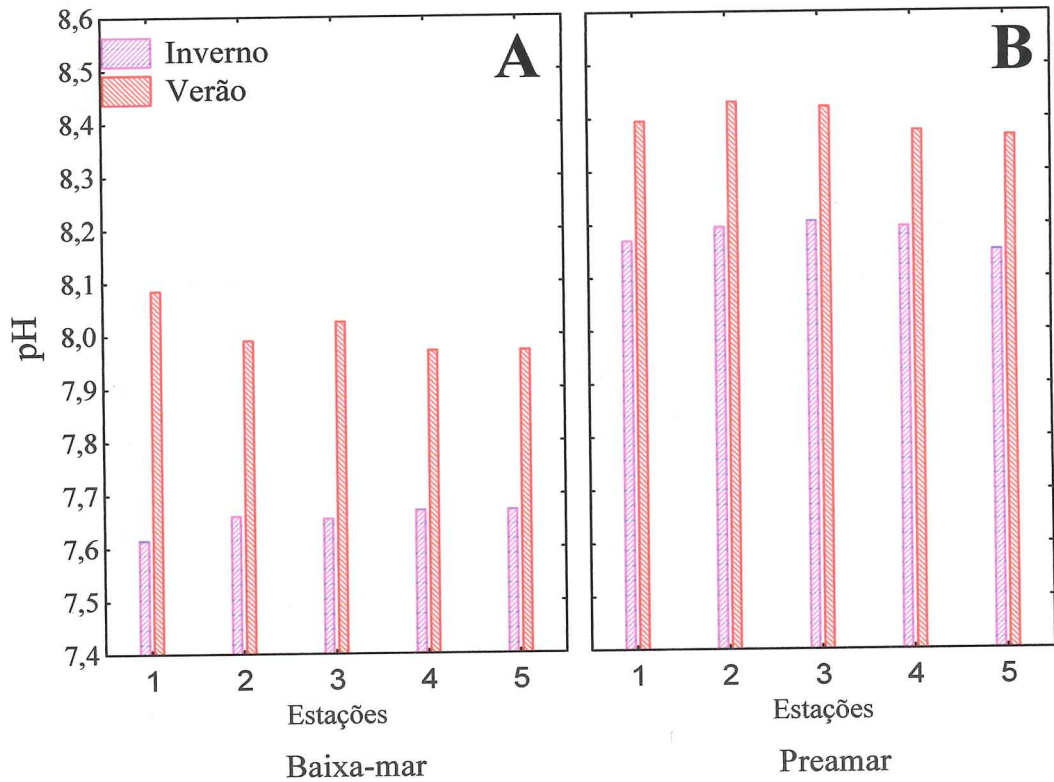


Fig. 12. Valores absolutos do pH da água. A) Baixa-mar B) Preamar.

A variabilidade do pH ao longo das estações não foi significativa ( $F(4, 35)=0,02$ ;  $p<0,9991$ ). Na alternância da maré ( $F(1, 38)= 89,09$ ;  $p<0,0000$ ) e nos os meses de coleta ( $F(1,38)=13,94$ ;  $p<0,0006$ ) foi observada variabilidade significativa, com valores mais elevados em janeiro e durante a preamar (Figura 13 e Anexo IV).



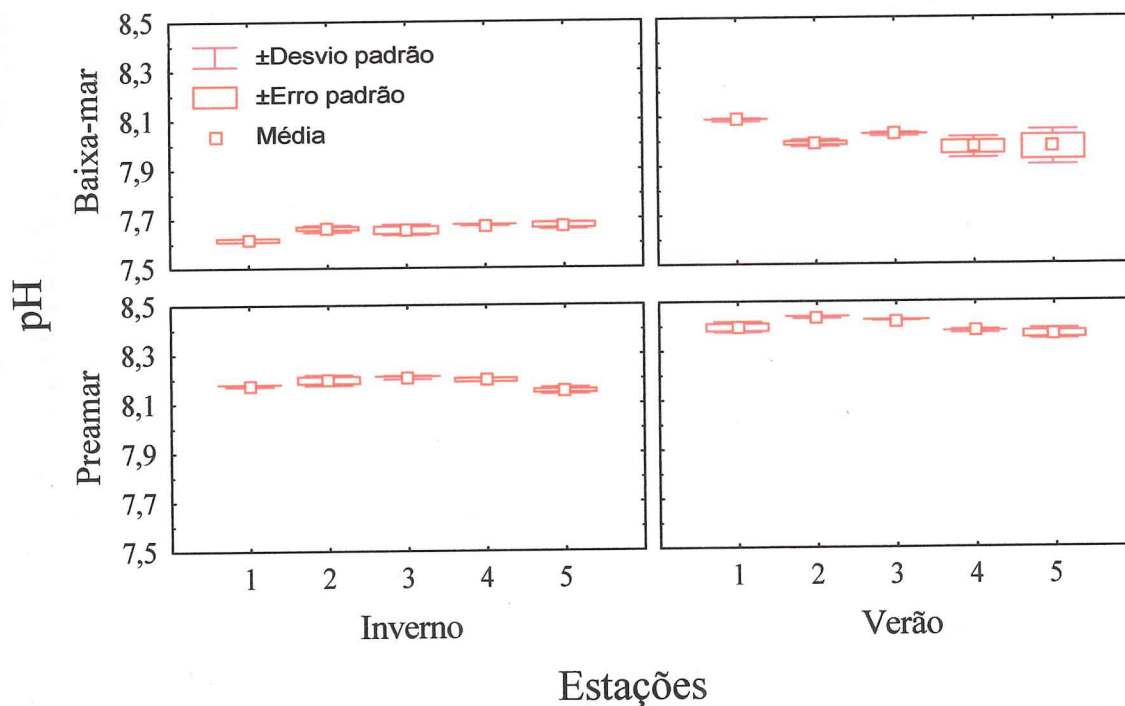


Fig. 13. Representação gráfica do pH em relação à maré e ao período do ano.

#### 5. 1. 4 Oxigênio dissolvido

A percentagem de saturação mais elevada de oxigênio dissolvido (96,01%), ocorreu na estação 4, durante a preamar no inverno, e a mais baixa (63,90%) na estação 2, durante a baixa-mar no verão (Figura 14).

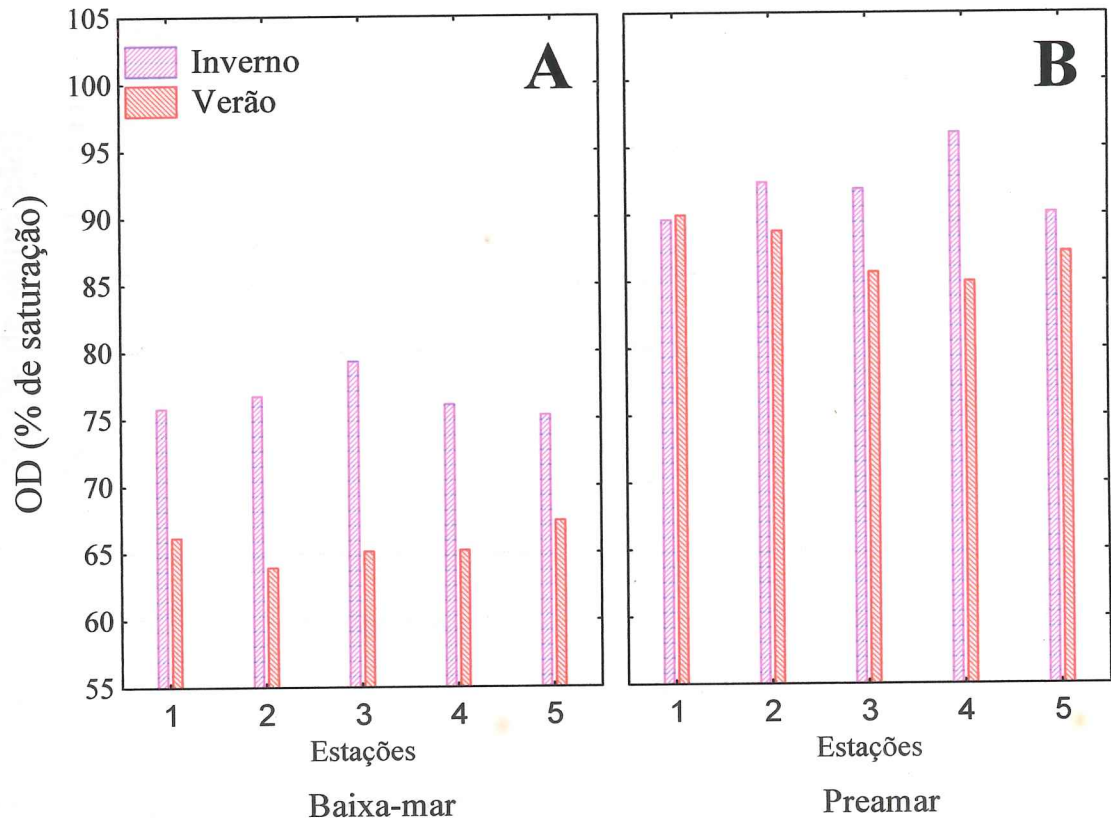


Fig. 14. Valores absolutos da percentagem de oxigênio dissolvido na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

Entre as estações de coleta a variabilidade do oxigênio dissolvido não foi significativa ( $F(4, 35)=0,00$ ;  $p<1,0000$ ). Entretanto, pode ser observada variabilidade significativamente mais elevada em julho ( $F(1, 38)= 6,32$ ;  $p<0,0163$ ) e durante a preamar ( $F(1, 38)= 142,18$ ;  $p<0,0000$ ) (Figura 15 e Anexo V).

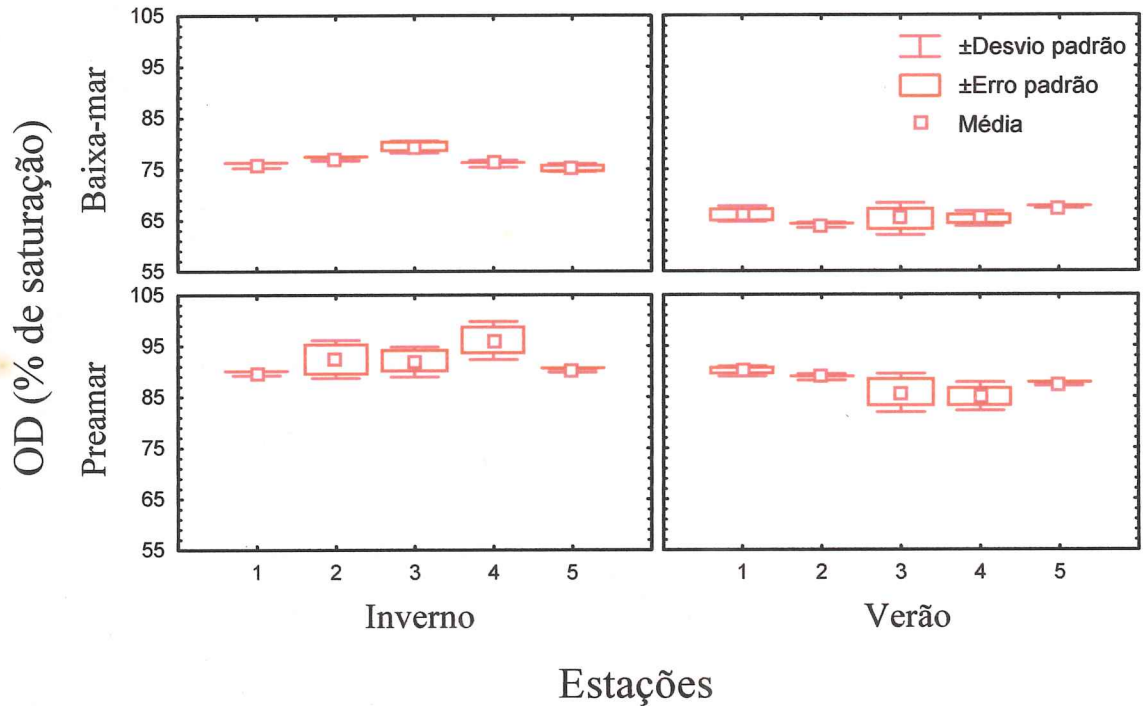


Fig. 15. Representação gráfica do oxigênio dissolvido em relação à maré e ao período do ano.

### 5. 1. 5 Material particulado em suspensão (MPS) e matéria orgânica particulada (MOP)

Em todas as estações o material particulado em suspensão foi mais elevado no verão. Seu máximo ( $86,22 \text{ mg.L}^{-1}$ ) foi observado na estação 3 durante a baixa-mar no verão e o mínimo ( $7,19 \text{ mg.L}^{-1}$ ) nas estações 2, 3 e 4 durante a baixa-mar e na estação 4 na preamar durante o inverno (Figura 16).

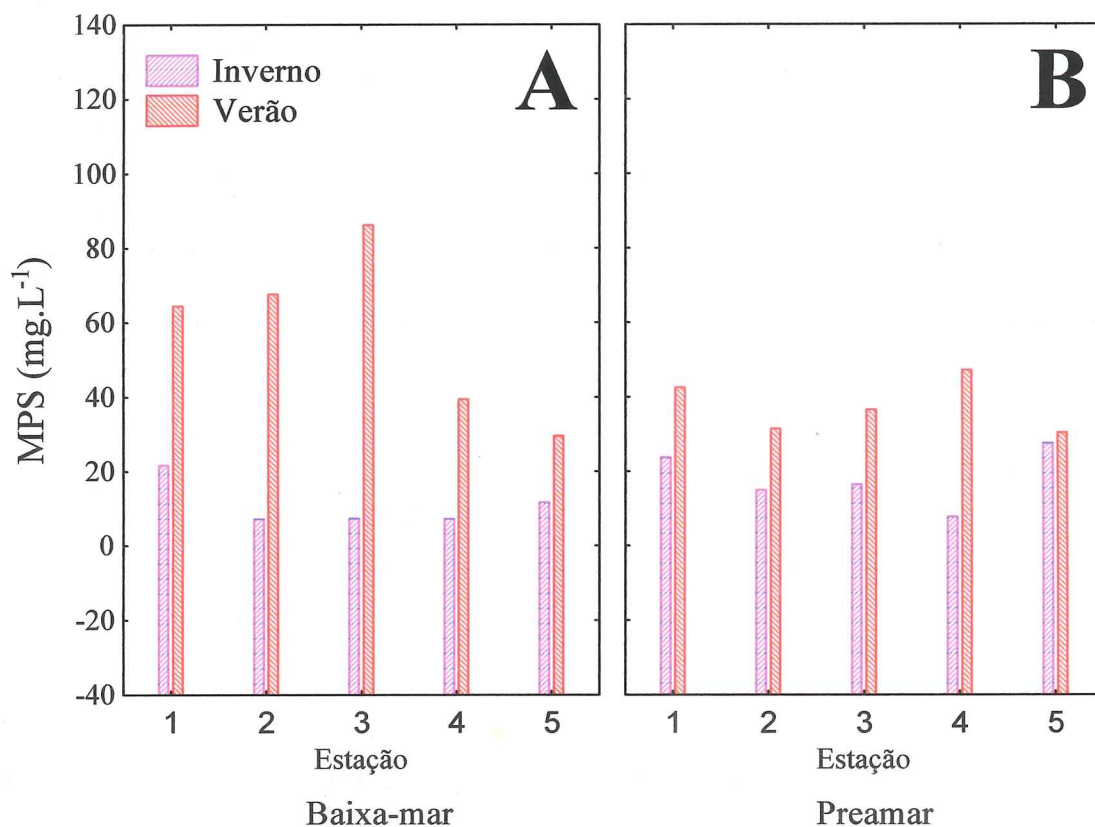


Fig. 16. Valores absolutos de material particulado em suspensão na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

A variação de material particulado em suspensão na água apresentou variabilidade significativa ( $F(1, 38) = 30,87$ ;  $p < 0,0000$ ) apenas durante os dois períodos estudados, com valores mais elevados no verão (Anexo VI). Ao longo das estações e dos ciclos de maré sua variabilidade não foi significativa ( $F(4, 35) = 0,45$ ;  $p < 0,7596$  e  $F(1, 38) = 0,66$ ;  $p < 0,4222$ ) (Figura 17).

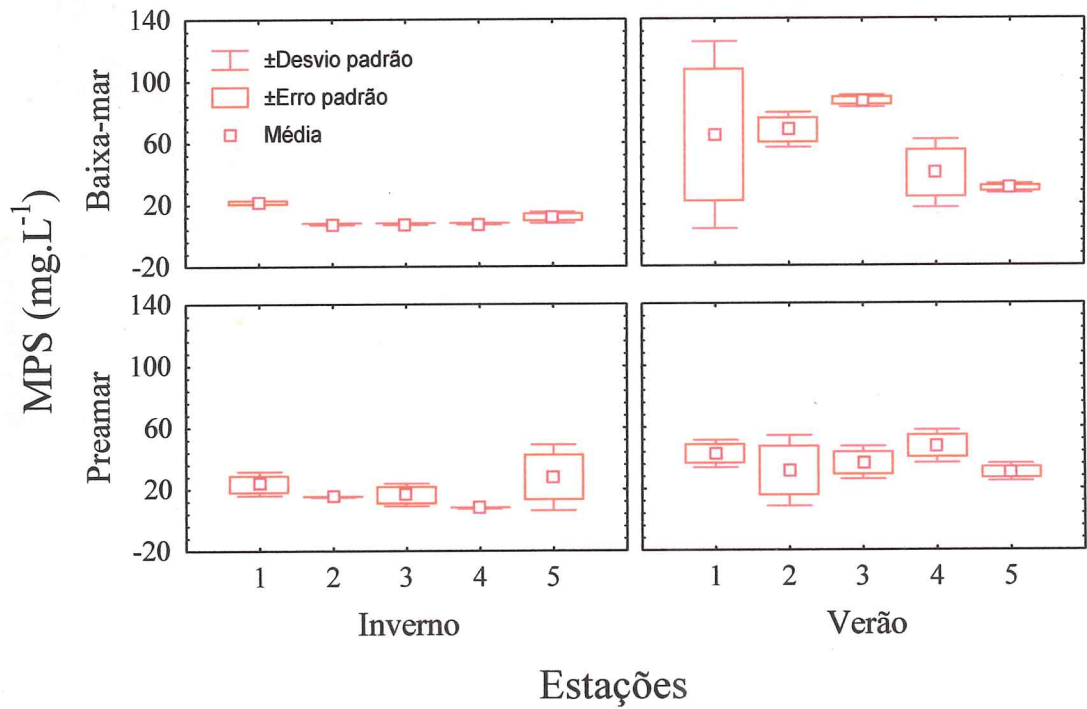


Fig. 17. Representação gráfica do material particulado em suspensão em relação à maré e ao período do ano.

Da mesma forma a matéria orgânica particulada foi mais elevada no verão em todas as estações. Seu máximo ( $81,35\text{mg.L}^{-1}$ ) foi registrado nas estações 1 na baixa-mar do verão e o mínimo ( $1,82\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 4, na preamar do inverno (Figura 18).

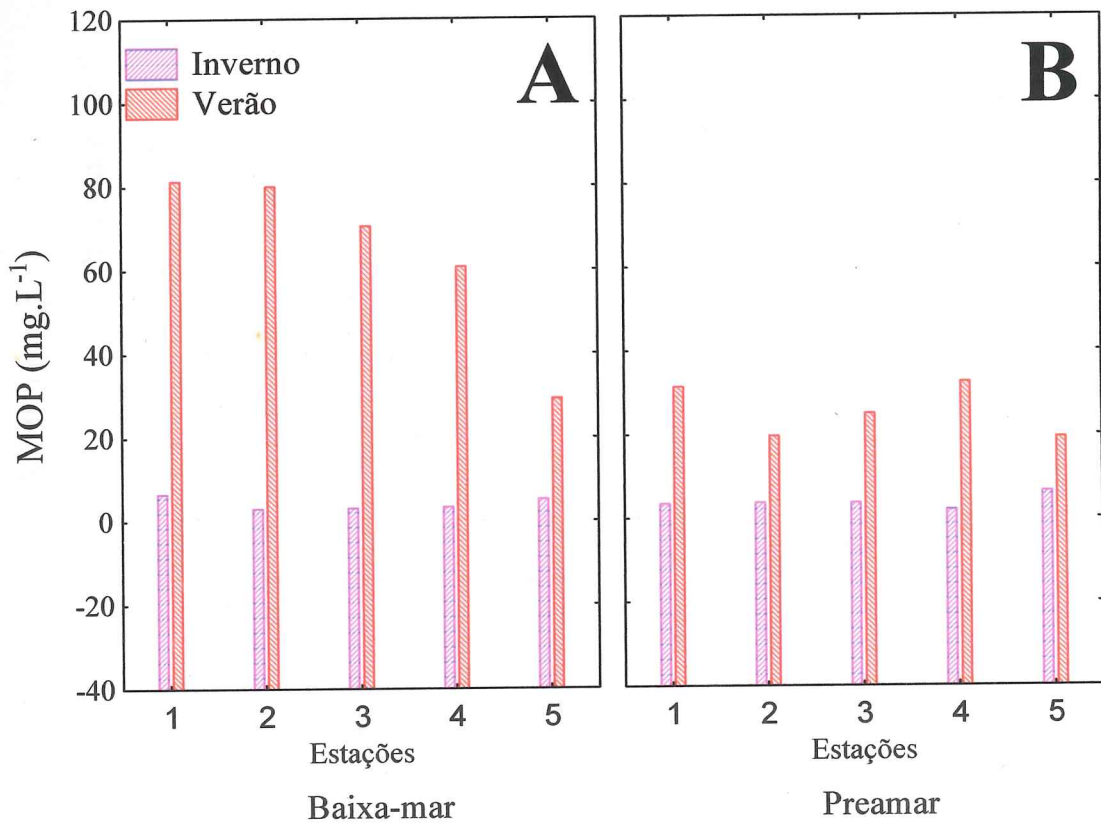


Fig. 18. Valores absolutos de matéria orgânica particulada na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

Durante os dois períodos estudados e nas marés sua variabilidade foi significativa ( $F(1, 38) = 46,46$ ;  $p < 0,0000$  e  $F(1, 38) = 5,51$ ;  $p < 0,0243$ ), com valores mais elevados em janeiro e na baixa-mar (Anexo VII). Ao longo das estações sua variabilidade não foi significativa ( $F(4, 35) = 0,32$ ;  $p < 0,8625$ ) (Figura 19).

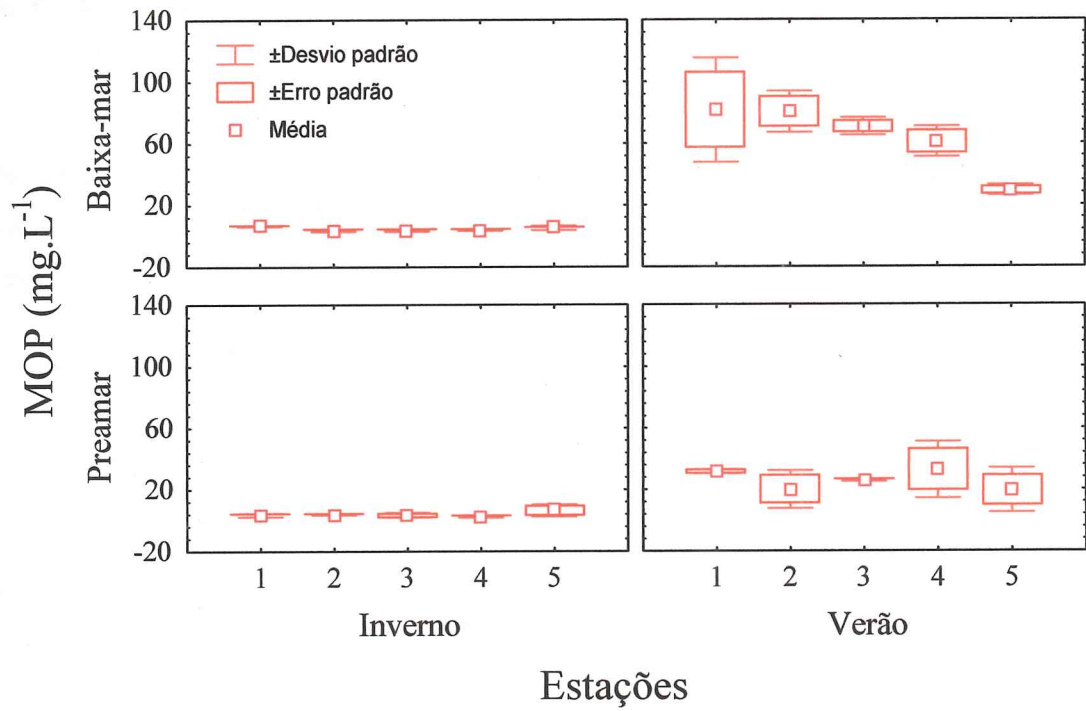


Fig. 19. Representação gráfica da matéria orgânica particulada em relação à maré e ao período do ano.

## 5. 2 Bióticos

### 5. 2. 1 Clorofila "a"

Os valores de clorofila "a", com máximos de  $1,83\mu\text{g.L}^{-1}$  nas estações 3 e 5 na preamar do inverno e mínimos de  $0,42\mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 1 na baixa-mar do verão, foram, em todas as estações, mais elevadas no inverno que no verão (Figura 20).

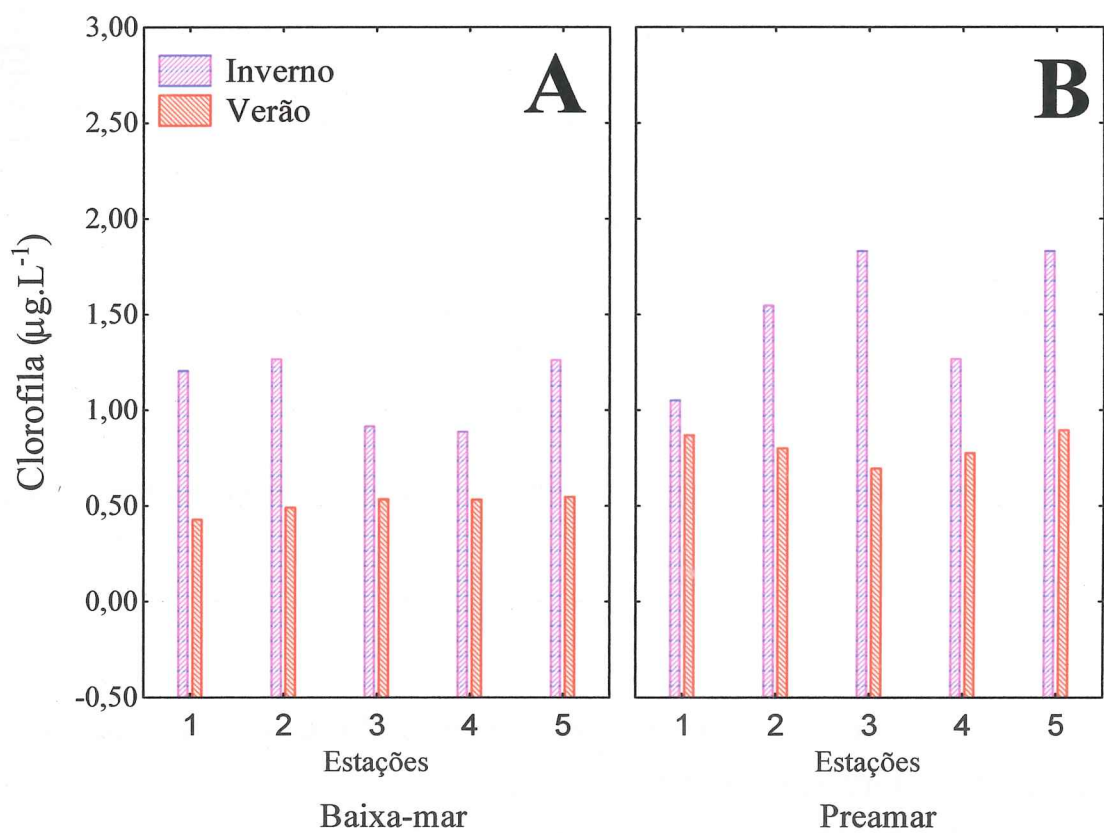


Fig. 20. Valores absolutos de concentração de clorofila "a" na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

A variabilidade na concentração de clorofila foi significativa ao longo dos períodos ( $F(1, 38)=25,57$ ;  $p<0,0000$ ), com valores mais elevados em julho, e



marés ( $F(1, 38) = 4,99$ ;  $p < 0,0315$ ), mais elevada na preamar (Anexo VIII). Ao longo das estações sua variabilidade não foi significativa ( $F(4, 35) = 0,33$ ;  $p < 0,8564$ ) (Figura 21).

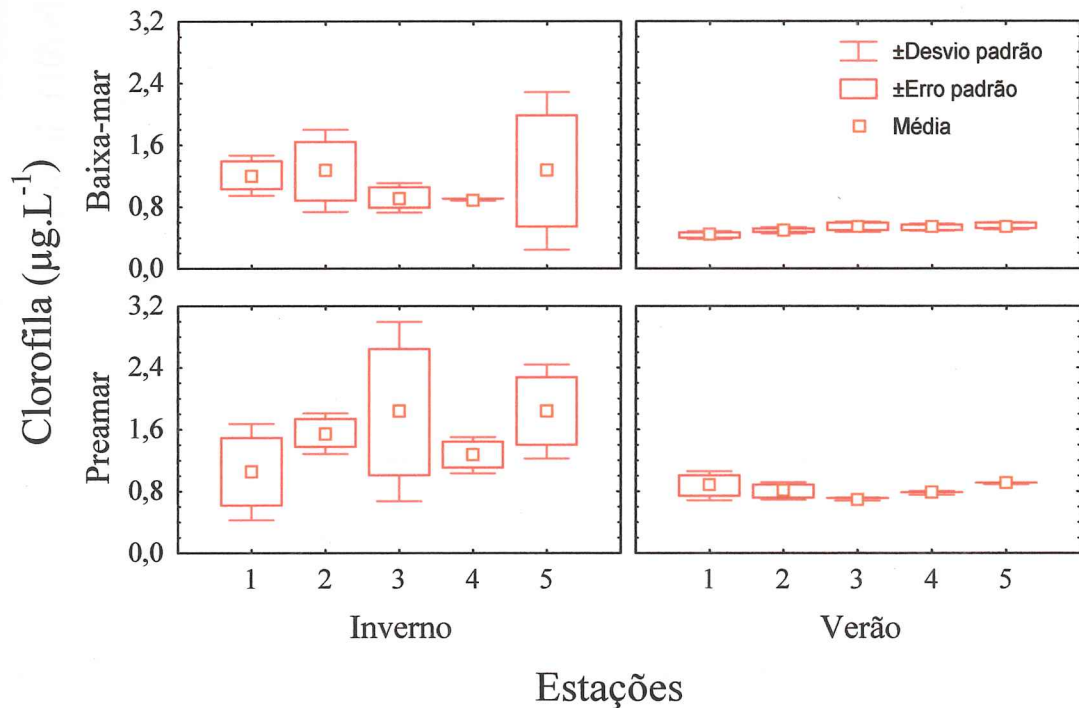


Fig. 21. Representação gráfica da clorofila "a" em relação à maré e ao período do ano.

### 5. 2. 2 Bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana

Em linhas gerais as quantidades de bactérias heterotróficas totais foram mais elevadas na baixa-mar. Tanto os máximos ( $8.601 \cdot 10^4 \text{ cel. mL}^{-1}$ ) na baixa-mar, quanto os mínimos ( $2.634 \cdot 10^4 \text{ cel. mL}^{-1}$ ) na preamar, foram observados na estação 1, ambos no inverno (Figura 22).

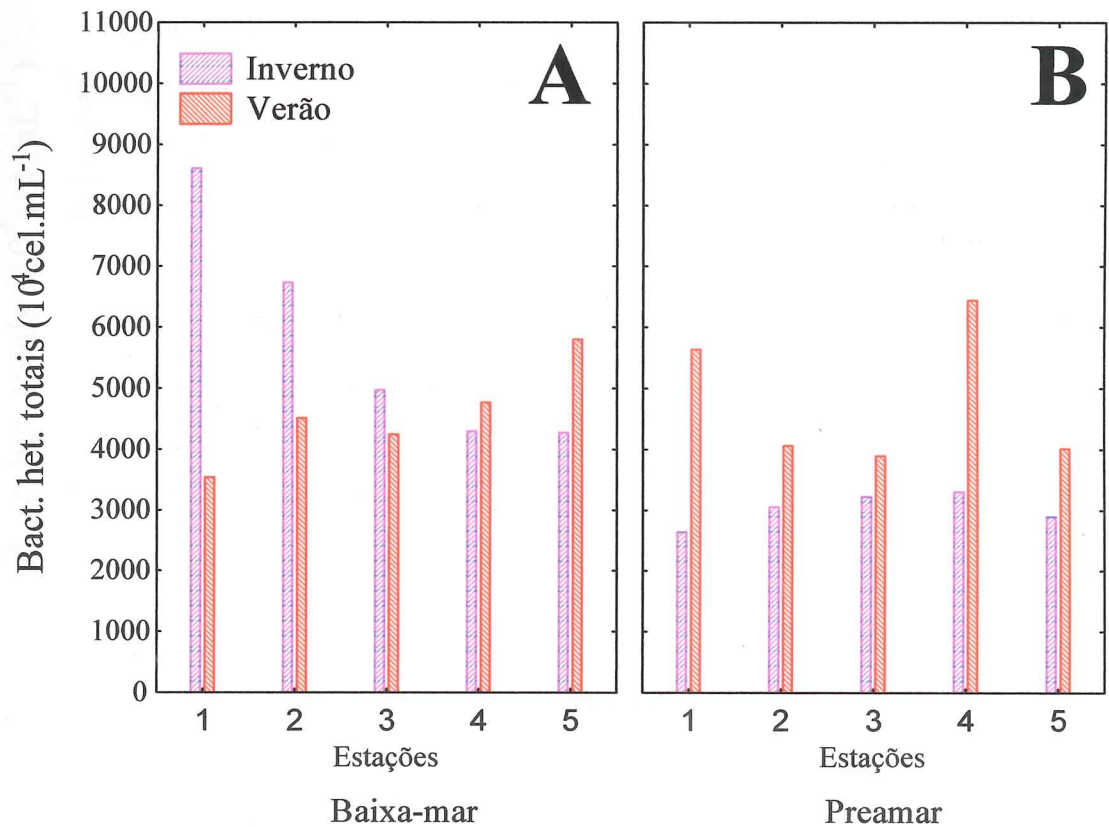


Fig. 22. Valores absolutos de bactérias heterotróficas totais na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

A variabilidade destes microorganismos mostrou-se significativa, com valores mais elevados durante a baixa-mar, apenas ao longo do ciclo de maré ( $F(1, 38) = 7,29$ ;  $p < 0,0103$ ) (Anexo IX). A variabilidade entre as estações ( $F(4, 35) = 0,48$ ;  $p < 0,7482$ ) e os períodos do ano ( $F(1, 38) = 0,33$ ;  $p < 0,5704$ ) não foram significantes (Figura 23).

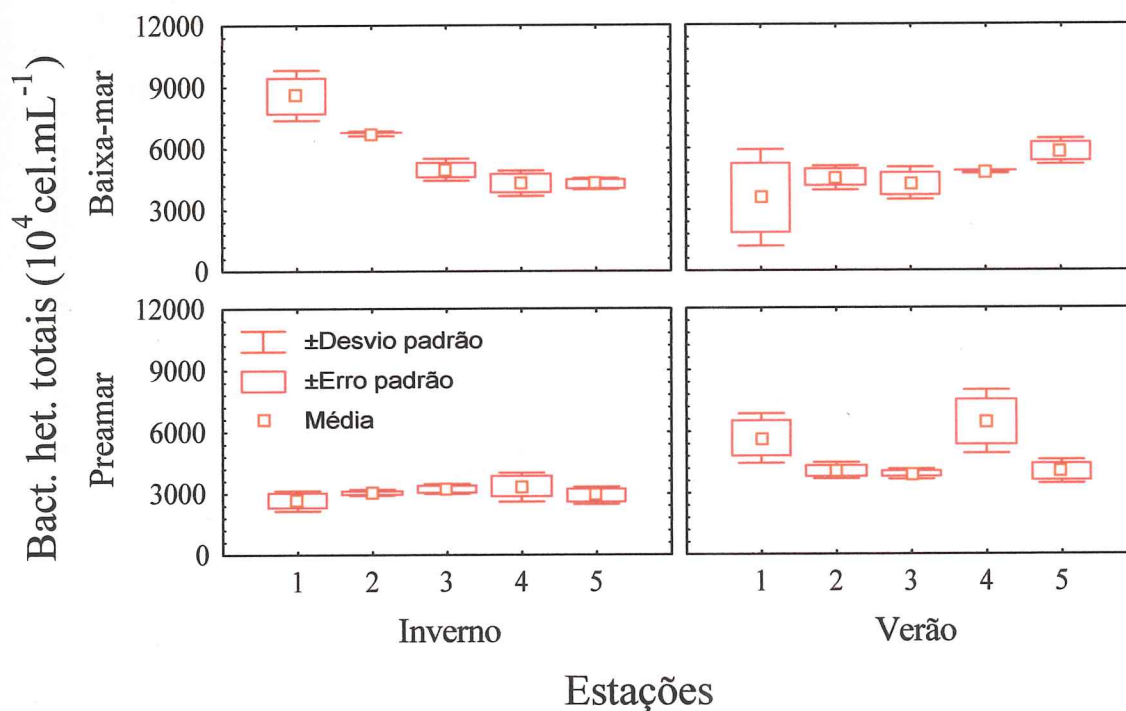


Fig. 23. Representação gráfica das bactérias heterotróficas totais em relação à maré e ao período do ano.

Como observado para as bactérias heterotróficas totais, os valores de biomassa bacteriana também foram mais elevados, com máximo de  $28,51 \mu\text{g.C.L}^{-1}$  na estação 1 durante a baixa-mar de inverno. Na mesma estação foi observado o mínimo ( $7,01 \mu\text{g.C.L}^{-1}$ ) durante a preamar de inverno (Figura 24).

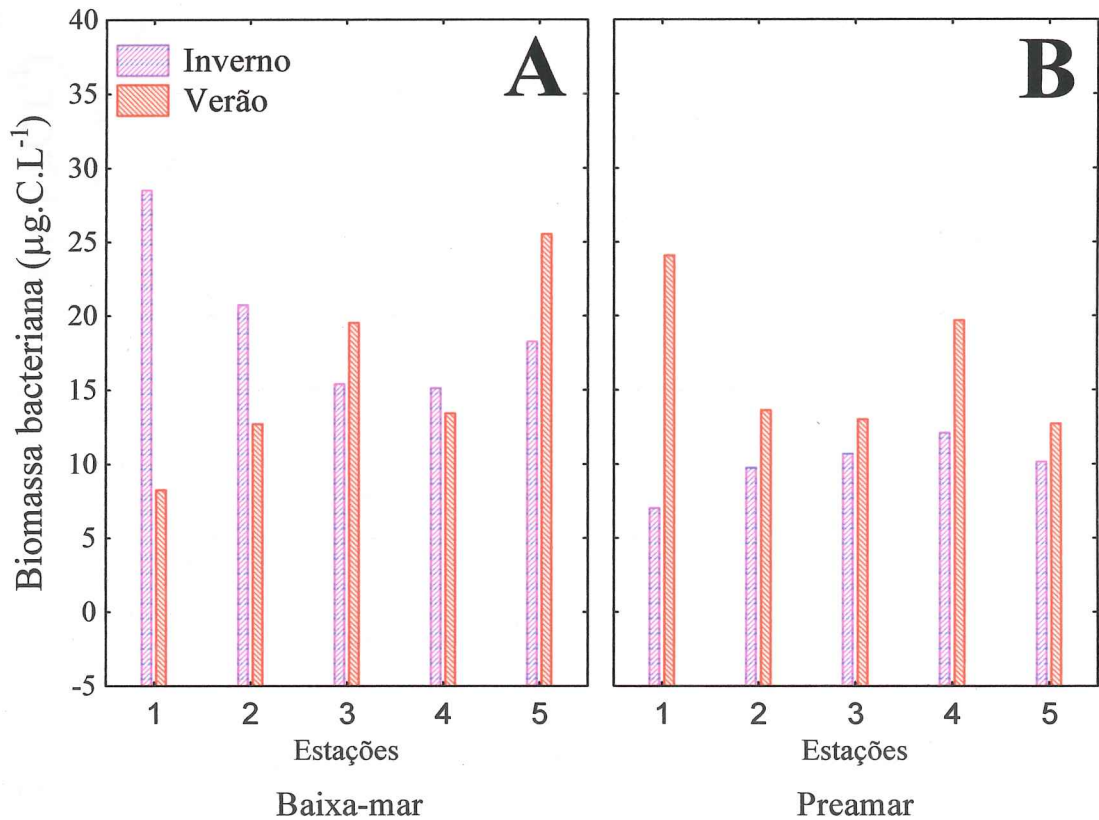


Fig. 24. Valores absolutos da biomassa bacteriana na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

Os valores de biomassa bacteriana não apresentaram variabilidade significativa nas estações ( $F(4, 35)=0,27$ ;  $p<0,8954$ ) e ao longo dos dois períodos estudados ( $F(1, 38)=0,52$ ;  $p<0,4762$ ). Porém, a variabilidade foi significativa ao longo do ciclo de maré ( $F(1,38)= 5,29$ ;  $p<0,0271$ ), com valores mais elevados na baixa-mar, como pode ser observado na Figura 25 (Anexo X).

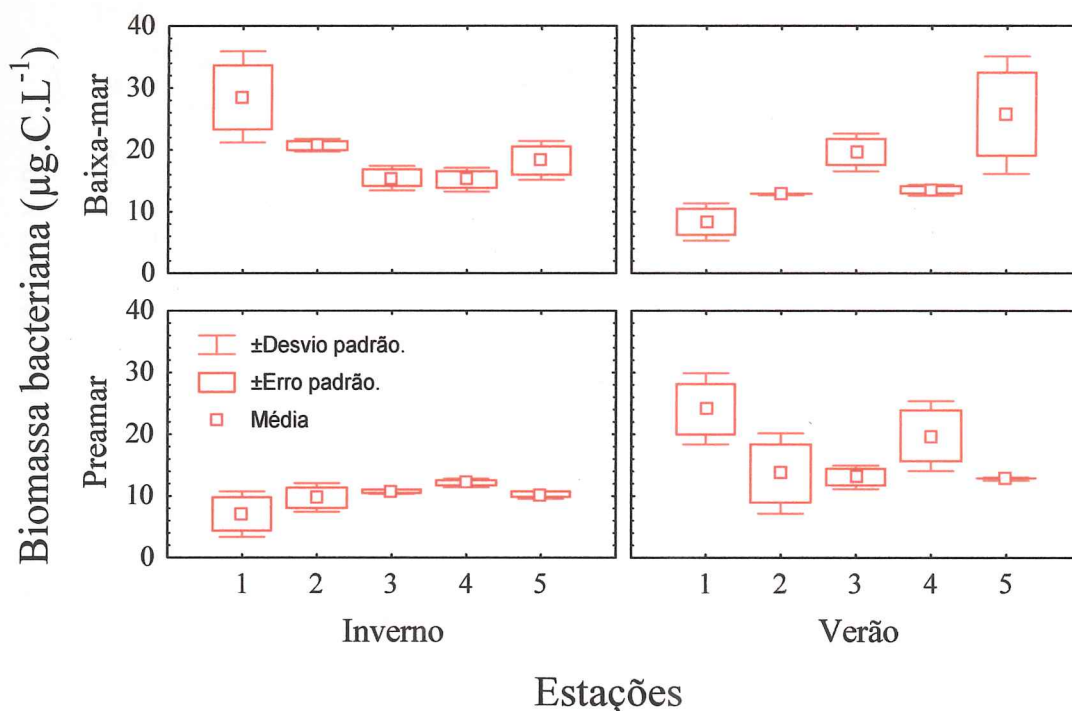


Fig. 25. Representação gráfica da biomassa bacteriana em relação à maré e ao período do ano.

### 5. 2. 3 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Os coliformes totais foram consistentemente mais elevados, nos dois períodos de maré, no inverno. Exceção foi observada durante a baixa-mar na estação 2, em que os valores se mantiveram praticamente constantes nas duas estações do ano. Seu máximo ( $2183,7 \text{ NMP.}100\text{mL}^{-1}$ ) foi observado na estação 1 durante a baixa-mar no inverno de 2005. O mínimo ( $343,5 \text{ NMP.}100\text{mL}^{-1}$ ) ocorreu na estação 3 durante a preamar, no verão de 2006 (Figura 26).

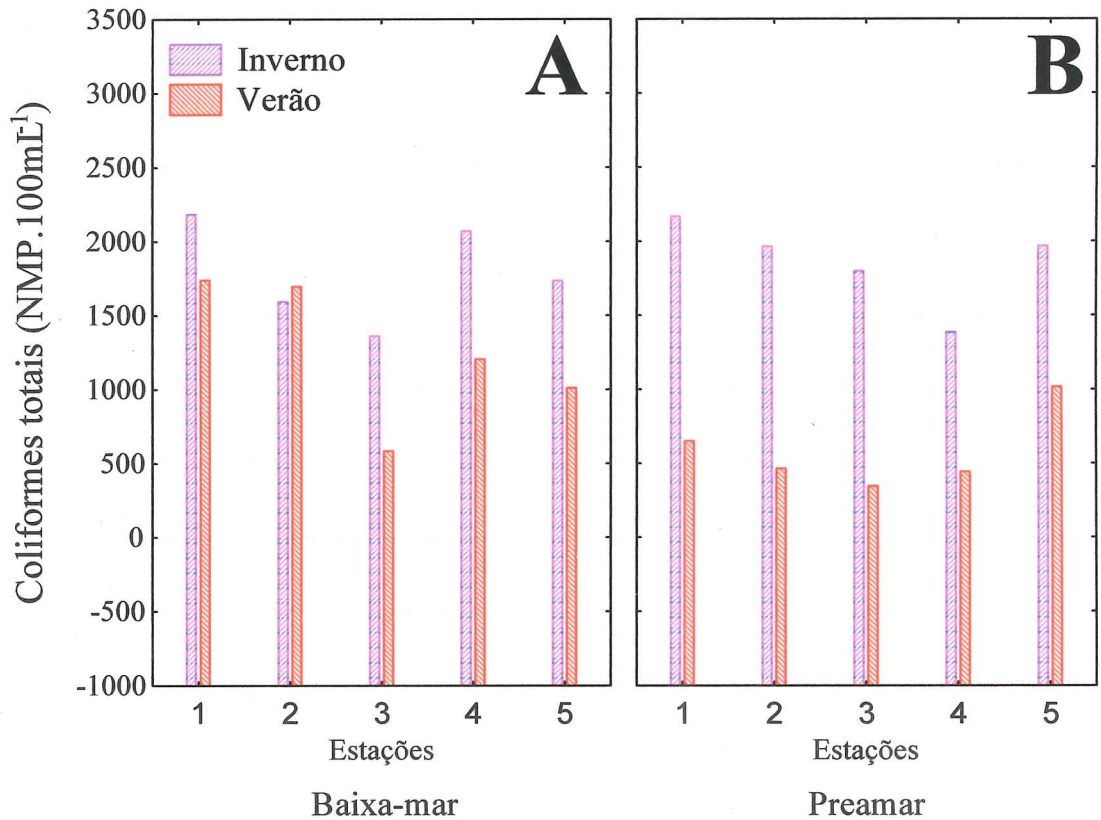


Fig. 26. Valores absolutos de Coliformes totais na água. A) Baixa-mar B) Preamar.

A ANOVA ( $F(1, 38) = 27,69$ ;  $p < 0,0000$ ) mostrou que os valores de coliformes totais foram significativamente mais elevados no inverno (Anexo XI). Ao longo das estações ( $F(4, 35) = 0,94$ ;  $p < 0,4528$ ) e dos ciclos de maré ( $F(1, 38) = 1,81$ ;  $p < 0,1861$ ) a variabilidade não foi significativa (Figura 27).

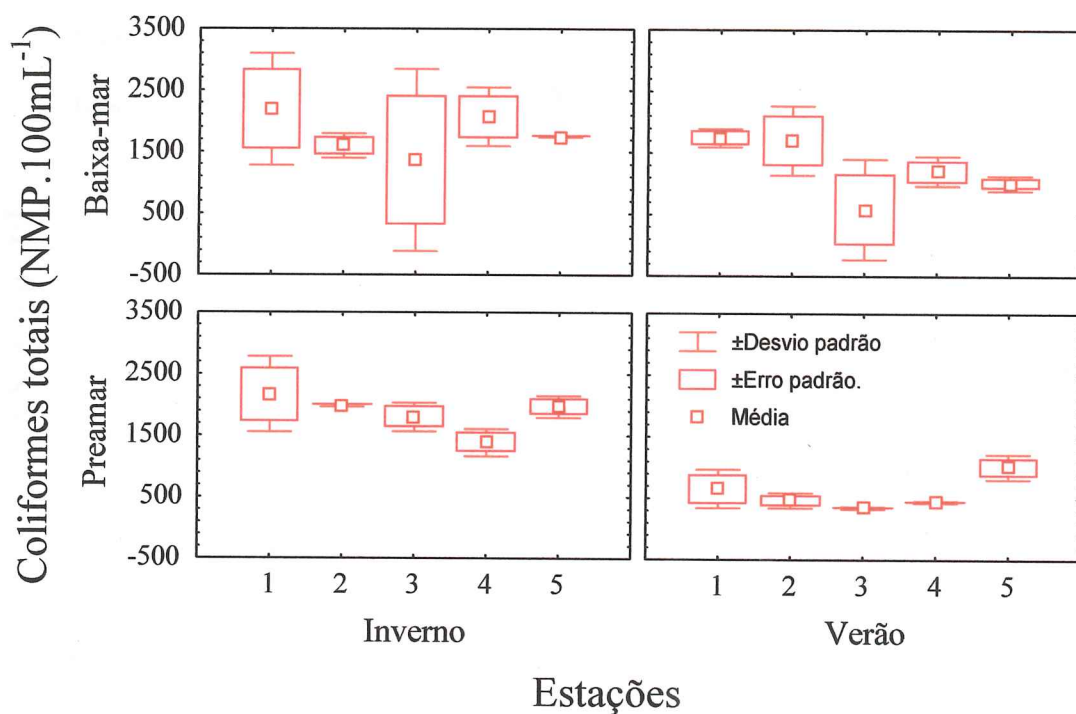


Fig. 27. Representação gráfica dos coliformes totais em relação à maré e ao período do ano.

O máximo de *E. coli* (1062,5 NMP.100mL<sup>-1</sup>) foi registrado na estação 1 na baixa-mar do inverno de 2005 e o mínimo (229,2 NMP.100mL<sup>-1</sup>) na estação 3 durante a baixa-mar no verão de 2006 (Figura 28).

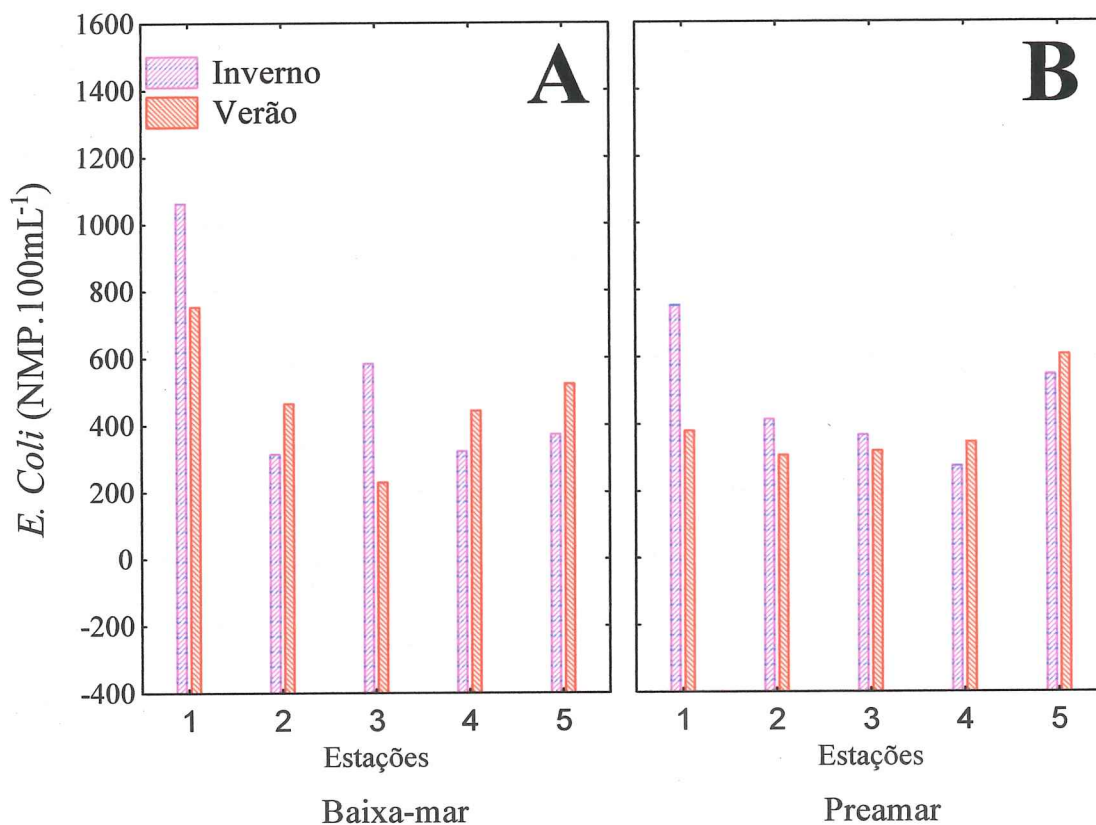


Fig. 28. Valores absolutos de *E. coli* na água. A) Baixa-mar. B) Preamar.

Os valores de *E. coli* apresentaram variabilidade significativa ao longo das estações ( $F(4, 35) = 4,85$ ;  $p < 0,0032$ ). Aplicando-se o teste post-hoc de Tuckey pode ser observado que somente na estação 1 os valores de *E. coli* foram mais elevados (Anexo XII). Entretanto, aplicando-se o teste post-hoc LSD tanto os valores de *E. coli* da estação 1, quanto os da estação 5 foram significativamente mais elevados (Anexo XIII). Desta forma, pode ser considerado que a variabilidade dos valores de *E. coli* na estação 5 foi marginalmente significativa. Nos ciclos de maré ( $F(1, 38) = 0,94$ ;  $p < 0,3385$ ) e ao longo dos períodos estudados ( $F(1, 38) = 0,66$ ;  $p < 0,4217$ ) a variabilidade deste microorganismo não foi significativa (Figura 29).



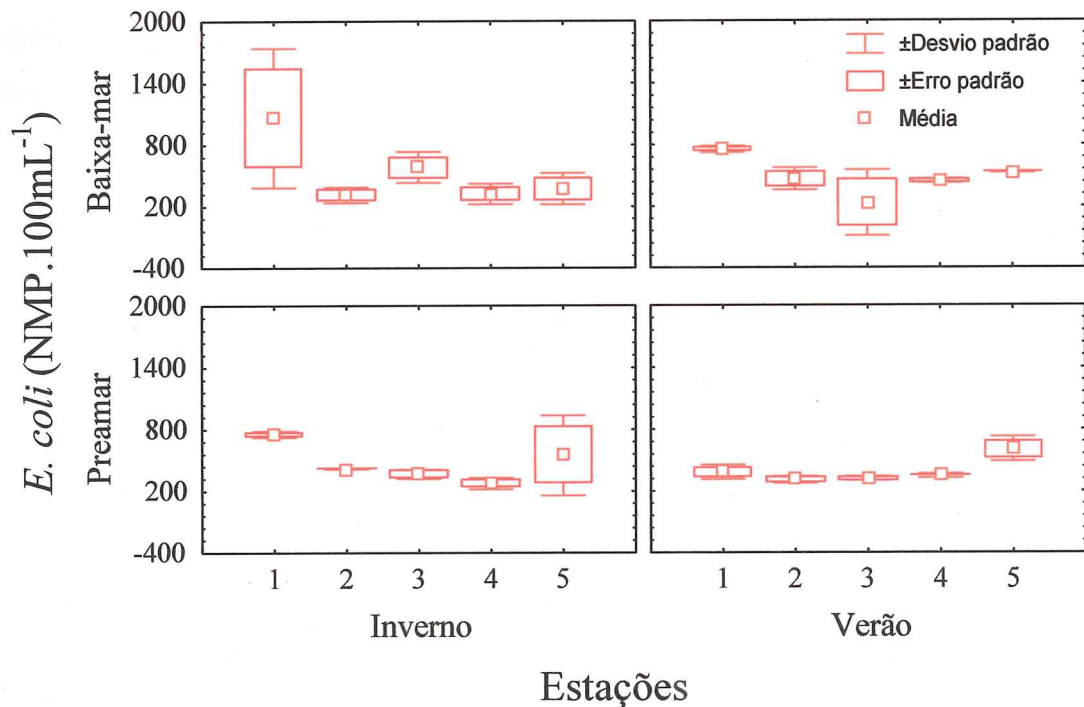


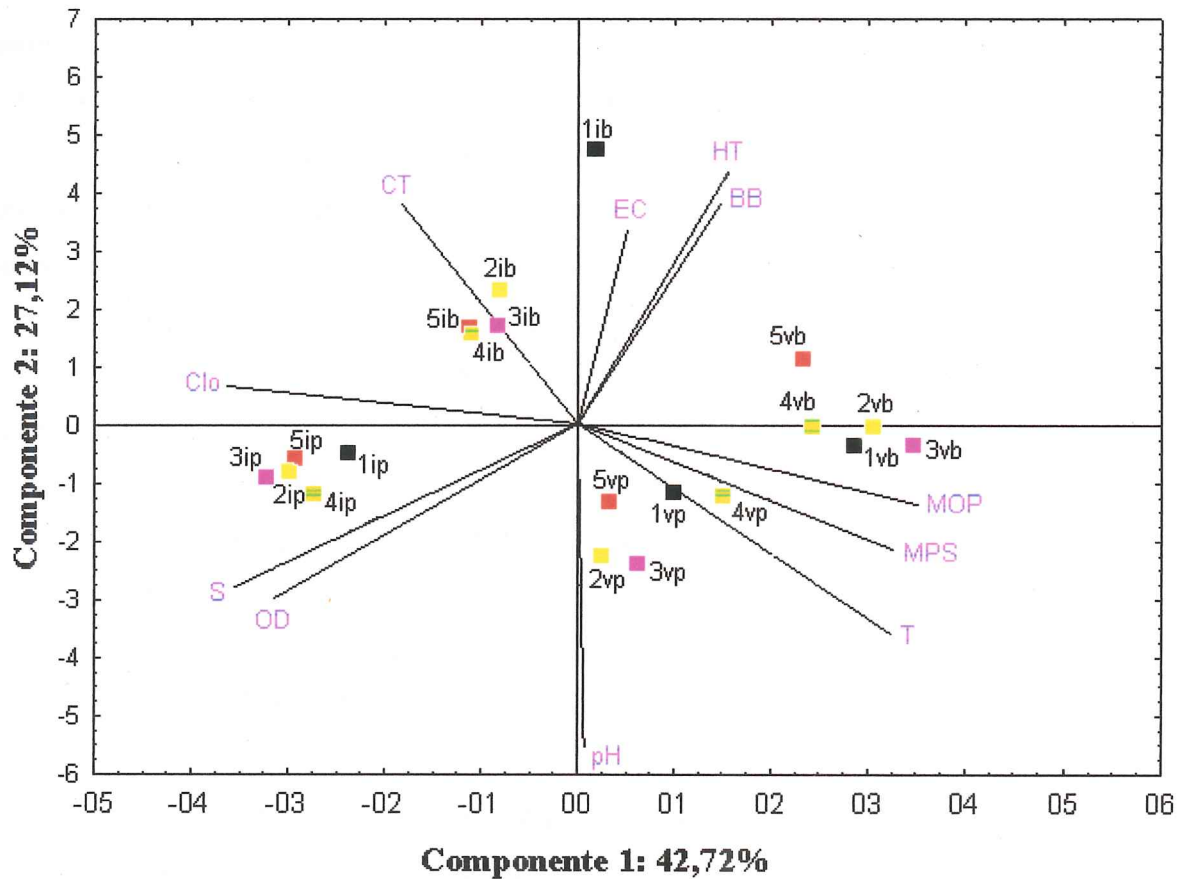
Fig. 29. Representação gráfica da *Escherichia coli* em relação à maré e ao período do ano.

### 5. 3 Análise dos Componentes Principais (*Principal Components Analysis*)

O primeiro componente da Análise dos Componentes Principais explicou 43% da variabilidade total e evidenciou correlação positiva entre a matéria orgânica particulada, e em menor escala o material particulado em suspensão e negativa entre a salinidade, clorofila e o oxigênio dissolvido em todas as estações de coleta na baixa-mar e na estação 4 da preamar, todas no verão. Características contrárias podem ser observadas em todas as estações de coleta na preamar de inverno.

O segundo componente explicou 27% da variabilidade, e está positivamente correlacionado com as bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *E. coli* e negativamente com o pH em todas as estações de coleta durante a baixa-mar de inverno. Vale ressaltar que a maior correlação foi entre a *E. coli* e a estação 1 na baixa-mar do inverno. Na preamar

do verão as estações 1, 2, 3 e 5 apresentaram correlação positiva com o pH e negativa com bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *E. coli* (Figura 30).



■ Estação 1    ■ Estação 2    ■ Estação 3    ■ Estação 4    ■ Estação 5  
 i= Inverno    v= verão    b= baixa-mar    p= preamar

BB= Biomassa bacteriana; Clo= Clorofila; CT= Coliformes totais; EC= *Escherichia coli*; HT= Bactérias heterotróficas totais; MOP= Matéria orgânica particulada; MPS= Material particulado em suspensão; OD= oxigênio dissolvido; pH= potencial hidrogeniônico; S= salinidade; T= Temperatura.

Fig. 30. Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais destacando as estações de coleta.

## 6. DISCUSSÃO

A região litorânea do estado do Paraná foi caracterizada por Maak (1981) como sendo de clima tropical de transição, com variação entre as temperaturas ambientais diurnas e noturnas, e entre as duas estações do ano. Os verões são quentes e chuvosos, nos invernos as temperaturas são mais amenas e há períodos de seca. Tais características puderam ser confirmadas pela variabilidade significativa da temperatura da água, com valores mais altos no verão e mais baixos no inverno.

A Gamboa do Maciel está localizada entre o balneário de Pontal do Sul e o município de Paranaguá, no setor euhalino da baía. Além disso, está circundada por manguezais em parte de sua extensão. Durante a vazante drena águas do lençol freático e, principalmente no verão, águas pluviais no sentido de montante para jusante. Na enchente, ao contrário, recebe águas que drenaram na vazante, misturadas com águas da plataforma continental interna. Estas se diferem das águas do estuário por serem mais salinas, alcalinas e pobres em nutrientes. Tais características influenciam nos parâmetros físico-químicos e biológicos da região.

Valores mais elevados de salinidade foram encontrados durante as preamares, devido à intrusão de águas mais salinas oriundas da plataforma continental. Estes resultados coincidem com os observados na Gamboa do Perequê por Joucoski (2001) e Kolm & Andretta (2003) e mostram que os dois cursos d'água apresentam características, com relação à intrusão de águas salinas, muito semelhantes.

Corrêa (2004) comparou, em abril (outono) de 2004, valores bióticos e abióticos em três estações ao longo desta gamboa e encontrou uma correlação direta entre a salinidade e o pH. Tais resultados não puderam ser confirmados nesta pesquisa, em que foram registrados valores mais elevados de salinidade durante a preamar de inverno e de pH durante a preamar de verão. Isto sugere que no ambiente estudado durante o inverno, os valores de ácidos húmicos foram mais elevados. Estas características também parecem beneficiar o crescimento fitoplanctônico, pois os valores de clorofila foram mais elevados durante as

preamares de inverno. Rebello & Brandini (1990) observaram características semelhantes, com máximos de clorofila no setor mediano da Baía de Paranaguá. Segundo os autores esta região possui maior transparência que a região interna da baía, e quantidades maiores de matéria orgânica que o setor externo, beneficiando assim o desenvolvimento do fitoplâncton. Os valores mais elevados de clorofila "a" registrados no período seco do inverno, época em que menos matéria orgânica é carregada, principalmente dos manguezais para o leito da gamboa, e, portanto a transparência da água é maior, enfatizam esta suposição.

Todos os valores de oxigênio dissolvido se mantiveram acima dos 50% e portanto parece não ter sido fator limitante para o desenvolvimento bacteriano e que as bactérias foram prioritariamente aeróbicas. Resultados semelhantes foram observados por Siqueira (2006) (não publicado) nas gamboas Penedo, Perequê e Barranco, todas pouco eutrofizadas. Entretanto, vale ressaltar que em nenhuma das estações e meses de coleta o oxigênio dissolvido atingiu valores iguais ou acima dos 100%, freqüentemente encontrados nas águas das Baías de Paranaguá (Machado *et al.*, 1997 e Kolm *et al.*, 2002) e Laranjeiras (Schoenenberger, 1998).

Quanto à quantidade de bactérias heterotróficas totais e da biomassa bacteriana, pode ser observado que seus valores foram mais elevados em águas com baixa salinidade e baixo pH, típicas das baixa-mares. Entretanto, não houve relação entre estes microorganismos e o material particulado em suspensão e tampouco com a matéria orgânica particulada. Resultados semelhantes foram observados para outros corpos d'água da região (Kolm & Absher, 1995; Kolm & Lesnau, 1997; Kolm & Siqueira, 2005 entre outros) e reforçam a idéia de que as bactérias destes ambientes costeiros exibam uma tendência à vida livre, alimentando-se de matéria orgânica dissolvida. Os altos valores de bactérias heterotróficas totais e baixos de clorofila indicam ainda que o metabolismo da gamboa investigada é predominantemente heterotrófico. Resultados semelhantes foram observados por Siqueira (2006) (não publicado) para outras quatro gamboas (Penedo, Perequê, Barranco e Olho d'Água) da região.

Andretta (1999), em uma pesquisa realizada na Gamboa do Perequê (PR), pode verificar uma correlação positiva entre os coliformes totais e a pluviosidade da região. Estes resultados não coincidem com os observados nesta pesquisa, em que os altos valores de coliformes totais foram registrados durante o período de seca, no inverno. Há indícios de que na Gamboa do Perequê, que corta o Balneário de Pontal do Sul, coliformes totais, originários da terra firme, são introduzidos no leito da gamboa pela enxurrada e que na Gamboa do Maciel há uma redução destes microorganismos em decorrência da introdução de água oriunda da chuva.

Ao contrário dos coliformes totais, que podem ser autóctones, a *Escherichia coli* é estritamente originária de contaminações fecais de animais homeotérmicos. Os resultados mostraram que a variabilidade da quantidade de *E. coli* entre os ciclos de maré e os períodos do ano não foram significativas nas águas analisadas. Entretanto, em relação às estações de coleta, os valores de *E. coli* foram significativamente mais elevados nas estações 1 e 5, situadas nas margens da gamboa, região com tempo de residência da água maior que a região mediana (canal).

De acordo com a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), nº 357, Artigo 18, para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Apesar de não terem sido feitas análises de *E. coli* seguindo a legislação, os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que a área não seria apropriada para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração. Entretanto, se cultivadas, o sistema que poderia minimizar a quantidade de *E. coli* nas ostras seria o do tipo "long line", por estar localizado entre o canal de maré (utilizado para navegação) e as margens.

## 7. CONCLUSÕES

- 1- Não foi detectada variabilidade significativa de clorofila "a" entre as estações, o que sugere que, com relação à alimentação, as ostras poderiam ser cultivadas em qualquer local da gamboa.
- 2- Os valores de *E. coli* registrados na pesquisa indicam que a Gamboa do Maciel não é adequada para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração.
- 3- Para minimizar a quantidade de contaminantes (*E. coli*) nas ostras, o cultivo mais indicado é o do tipo "long line", localizado entre as margens e o canal de maré (utilizado para navegação).

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Absher, T. M. 1989. Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* no litoral do Paraná – desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento. Dissertação de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. 143pp.
- Almeida MVO, Conti, LMP; Couto E. da CG; Freitas CAF; Lopes MJS; da Silva MHC (1989). *Estudo Biológico Integrado da Foz da Gamboa do Maciel(Paranaguá, Paraná) durante dois ciclos de maré*. Pontal do Sul, Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar. Dissertação de Especialização. 227pp.
- Andretta, L. 1999. Influência da maré sobre o bacterioplâncton da Gamboa do Perequê, Pontal do Sul, Paraná. Monografia de bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 42p.
- Bigarella, J.J. (1978). A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná... Um problema de segurança ambiental e nacional. Secretaria do Estado do Planejamento do Governo do Paraná. 249 pp.
- Bjørnsen, P. K. & Kuparinen, J. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the Southern Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 71: 185-194, 1991.
- Bouroche, J. M. & Saporta, G. *Análise de dados*. Zahar Editores. Rio de Janeiro, 1982, 116p.
- Brisou, J. (1974). Infections et intoxications transmises par les coquillages. *Quest. Méd.* 27: 1321-1329.
- Caldeira, G. (2004). Diagnóstico sócio-econômico e caracterização dos parques ostreícolas do Complexo Estuarino de Paranaguá. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Paraná. Centro de Estudos do Mar. 149 pp.
- Caldeira, G. A.; Seraval, T. A. (2005). Caracterização dos parques de cultivo e avaliação dos impactos sobre a biodiversidade e qualidade da água no litoral do Paraná. Maricultura sustentável. Instituto do Milênio – Projeto RECOS: uso e apropriação de recursos costeiros. Relatório Técnico.UFPR.

- Corrêa, F. 2004. Variabilidade espacial e temporal de bactérias na Gamboa do Maciel, Paraná, ao longo de um ciclo diurno de maré. Monografia de Bacharelado, Universidade federal do Paraná. Centro de Estudos do Mar. 23p.
- FAO (1992). Aquaculture production 1984-1990. Fisheries Circular. No. 815. Rev. 4. FAO. 206 pp.
- Galtsoff, P.S. (1964). American Oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). Fishery Bull. Natn. Mar. Fish. Serv., US. 64:1-430.
- Johnstone, J. (1905). Bacteriological investigations in relation to shellfish pollution by sewage matter. Rep. Laucs. Sea-Fish. Lab. 13:62-90.
- Joucoski, J. 2001. Variação temporal de bactérias, ao longo de um ciclo de maré de sizígia, em um ponto fixo da Gamboa do Perequê – PR. Monografia de Especialização, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí: 41p.
- Kinne, O. (1983). Diseases of marine animals. Vol. II. Biologische Anstalt Helgoland. Hamburg. 1038 pp.
- Kolm, H. E. & Absher, T. M. Spatial and temporal variability of saprophytic bacteria in the surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Hidrobiologia*. 308:197-206. 1995.
- Kolm, H. E. & Andretta, L. 2003. Bacterioplâncton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal do Sul, Paraná, Brasil. *Braz. J. Microbiol.* 34:97-103. 2003.
- Kolm, H. E. & Lesnau, N. M. 1997. Variação espacial e temporal de bactérias saprófitas na coluna d'água na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Arq. Biol. Technol.* 40(2): 383-395.
- Kolm, H. E.; Shoenenberger, M. F. B.; Piemont, M. R.; Souza, P. S. A.; Schnell e Scühli, 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.
- Lana P. C. (1986). In: Relatório do Estudo Integrado da Baía de Paranaguá. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. 139 pp. (não publicado).
- Lana, P.C. & Guiss, C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology Progress Series*. 73: 231-244.
- Maak, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 2 ed. Rio de Janeiro. J. Olympio/ Curitiba, Secretaria da Cultura e Esporte do Estado do Paraná, 450p, 1981.



- Machado, E. C.; Daniel, C. B.; Brandini, N.; Queiroz, R. L. V. Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranaguá Bay, Pr, Brazil. *Nerítica*, v. 11, p. 15-34, 1997.
- Moussa, R. S. (1965). Biological examination of shellfish. *J. appl. Bact.* 28: 235-240.
- Müller, A.C. 1984. Organismos marinhos perfuradores de madeira do Estado do Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Zoologia. 111pp.
- 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. 173pp.
- Rebello, J. & Brandini, F. P. 1990. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (1987-1988). *Nerítica*, 5:95-111. 1990.
- Sakazaki, R.; Iwanami, S & Fukumi, H. (1963). Studies on the enteropathogenic, facultatively halophilic bacteria, *Vibrio parahaemolyticus*. I. Morphological, cultural and biochemical properties and it's taxonomical position. *Jap. J. méd.sci. Biol.* 16:161-188.
- Shoenenberger, M. F. B. 1998. Variação temporal de bactérias em águas de superfície das Baías das Laranjeiras e Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 58p.
- Siqueira, A. & Kolm, H. E. Bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa do Maciel, Paraná, Brasil. *Revista Saúde e Ambiente.* 6(1): 20-28. 2005.
- Steiniger, F. (1956). Zur Freilandbiologie der Salmonellen im Bereich des westlichen Mittelmeeres. *Zeitbl. Bakt. Parasit. Kde. (Origo).* 166: 245-265.
- Strickland, J. D.; Parsons, T.R. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 167: 1-311, 1968.
- Trawinski, A. (1933). Études sur les microbes et la putréfaction de la chair des moules et des crustacés comestibles. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco.* 632: 1-8.

# ANEXOS

ANEXO I - Tabela com os valores bióticos e abióticos analisados:

Estações	Período	Maré	T (°C)	S	pH	OD (%)	MPS (mg.L <sup>-1</sup> )	MOP (mg.L <sup>-1</sup> )	Clo (µg.L <sup>-1</sup> )	HT (10 <sup>4</sup> cel. ML <sup>-1</sup> )	BB (µg.C.L <sup>-1</sup> )	CT (NMP100mL <sup>-1</sup> )	E. coli (NMP100mL <sup>-1</sup> )
1	Inverno	baixa-mar	18,0	29	7,61	75,41	20,93	6,90	1,39	9,466	33,71	2827,2	1540,2
1	Inverno	baixa-mar	18,0	28	7,62	76,16	22,48	6,28	1,02	7,737	23,31	1540,2	584,8
2	Inverno	baixa-mar	18,0	29	7,65	76,78	7,31	2,84	0,89	6,811	20	1732,8	367,0
2	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,67	76,62	7,07	3,12	1,64	6,647	21,44	1454,0	259,2
3	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,64	78,44	7,49	3,23	1,05	4,589	13,98	314,6	476,4
3	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,67	80,13	7,09	2,94	0,78	5,350	16,8	2406,6	689,6
4	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,67	75,55	7,20	3,23	0,89	3,848	13,76	2406,6	393,6
4	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,67	76,55	7,08	3,39	0,88	4,733	16,49	1732,8	250,8
5	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,68	74,69	9,13	4,09	0,54	4,465	16,02	1732,8	264,0
5	Inverno	baixa-mar	18,0	30	7,66	75,81	14,17	6,11	1,98	4,074	20,45	1732,8	480,0
1	Inverno	preamar	19,0	34	8,17	89,31	29,18	2,63	0,61	2,984	9,63	2599,4	774,6
1	Inverno	preamar	19,0	35	8,17	89,91	18,29	4,22	1,49	2,284	4,4	1732,8	730,8
2	Inverno	preamar	19,0	35	8,18	94,99	14,83	3,79	1,73	3,159	8,08	1960,8	412,6
2	Inverno	preamar	19,0	34	8,21	89,74	14,99	3,44	1,36	2,942	11,38	1960,8	412,6
3	Inverno	preamar	19,0	35	8,21	93,93	11,13	2,42	1,01	3,056	10,41	1632,8	397,8
3	Inverno	preamar	19,0	35	8,20	89,79	21,65	4,65	2,65	3,395	10,9	1960,8	333,8
4	Inverno	preamar	19,0	35	8,20	98,66	7,87	1,69	1,43	3,807	11,57	1226,2	313,0
4	Inverno	preamar	18,7	34	8,19	93,37	7,47	1,96	1,10	2,799	12,57	1540,2	232,8
5	Inverno	preamar	19,0	35	8,14	90,33	42,58	9,13	2,26	2,592	9,71	1841,6	270,6
5	Inverno	preamar	19,0	34	8,16	89,90	12,43	3,45	1,40	3,190	10,55	2092,4	821,2
1	Verão	baixa-mar	26,5	28	8,09	67,24	21,57	57,41	0,39	1,872	6,12	1841,6	774,6
1	Verão	baixa-mar	26,5	27	8,08	65,05	107,29	105,29	0,46	5,207	10,41	1632,8	730,8
2	Verão	baixa-mar	26,5	28	8,00	63,52	75,57	89,44	0,46	4,095	12,6	2092,4	540,0

Continuação...

Estações	Período	Maré	T (°C)	S	pH	OD (%)	MPS (mg.L <sup>-1</sup> )	MOP (mg.L <sup>-1</sup> )	Clo (μg.L <sup>-1</sup> )	HT (10 <sup>4</sup> cel. ML <sup>-1</sup> )	BB (μg.C.L <sup>-1</sup> )	CT (NMP100mL <sup>-1</sup> )	E. coli (NMP100mL <sup>-1</sup> )
2	Verão	baixa-mar	26,5	27	7,98	64,28	59,65	70,61	0,52	4.919	12,79	1297,6	387,0
3	Verão	baixa-mar	27,0	28	8,02	67,32	83,56	66,42	0,49	4.795	21,65	6,2	2,0
3	Verão	baixa-mar	27,0	28	8,03	62,87	88,89	74,52	0,58	3.684	17,35	1158,8	456,4
4	Verão	baixa-mar	27,0	28	7,94	66,21	23,79	67,64	0,50	4.795	14,04	1034,4	456,4
4	Verão	baixa-mar	27,0	28	8,00	64,12	54,92	53,69	0,56	4.733	12,79	1373,4	428,4
5	Verão	baixa-mar	27,0	28	8,02	67,48	27,39	26,79	0,51	6.235	32,22	922,2	522,6
5	Verão	baixa-mar	27,0	27	7,92	67,24	31,68	31,59	0,58	5.350	18,82	1095,0	522,6
1	Verão	preamar	27,0	31	8,38	90,64	48,76	30,50	0,74	4.775	19,98	428,6	330,0
1	Verão	preamar	27,0	31	8,41	89,25	36,14	32,29	1,00	6.482	28,16	870,4	428,6
2	Verão	preamar	27,0	32	8,43	88,31	15,04	10,93	0,88	3.777	9	551,0	330,0
2	Verão	preamar	27,0	31	8,43	89,18	47,56	28,34	0,72	4.342	18,2	374,4	281,6
3	Verão	preamar	27,0	31	8,42	82,97	29,01	25,03	0,68	4.065	11,64	357,0	331,6
3	Verão	preamar	27,0	32	8,42	88,31	44,02	24,81	0,71	3.714	14,33	330,0	304,6
4	Verão	preamar	27,5	31	8,37	82,98	39,58	19,39	0,76	5.350	15,66	451,0	358,6
4	Verão	preamar	27,5	30	8,38	86,90	54,61	45,43	0,79	7.521	23,67	428,6	330,0
5	Verão	preamar	28,0	30	8,35	87,08	34,31	29,44	0,89	3.601	12,9	870,4	689,6
5	Verão	preamar	27,5	30	8,38	87,28	26,29	9,07	0,90	4.414	12,52	1158,8	520,4

T - temperatura; S - salinidade; pH - potencial hidrogeniônico; OD - oxigênio dissolvido; MPS - material particulado em suspensão; MOP - matéria orgânica particulada; Clo - clorofila "a"; HT - bactérias heterotróficas totais; BB - biomassa bacteriana; CT - coliformes totais.

**ANEXO II - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:****Temperatura X Período**

	{1} M=18,50	{2} M=27,02
Inverno {1}	-----	0,000118
Verão {2}		-----

**ANEXO III - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:****Salinidade X Período**

	{1} M=32,10	{2} M=29,30
Inverno {1}	-----	0,000424
Verão {2}		-----

**Salinidade X Maré**

	{1} M=28,56	{2} M=32,75
Baixa-mar {1}	-----	0,000118
Preamar {2}		-----

**ANEXO IV - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:****pH X Período**

	{1} M=7,92	{2} M=8,20
Inverno {1}	-----	0,000728
Verão {2}		-----

**pH X Maré**

	{1} M=7,83	{2} M=8,29
Baixa-mar {1}	-----	0,000118
Preamar {2}		-----

**ANEXO V - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:****Oxigênio dissolvido X Período**

	{1} M=84,30	{2} M=76,41
Inverno {1}	-----	0,016423
Verão {2}		-----

## Oxigênio dissolvido X Maré

	{1} M=71,07	{2} M=89,64
Baixa-mar {1}	-----	0,000118
Preamar {2}		-----

## ANEXO VI - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

## Material Particulado em suspensão X Período

	{1} M=14,52	{2} M=47,48
Inverno {1}	-----	0,000120
Verão {2}		-----

## ANEXO VII - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

## Matéria orgânica particulada X Período

	{1} M=3,98	{2} M=44,93
Inverno {1}	-----	0,000118
Verão {2}		-----

## Matéria orgânica particulada X Maré

	{1} M=34,27	{2} M=14,63
Baixa-mar {1}	-----	0,024365
Preamar {2}		-----

## ANEXO VIII - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

## Clorofila X Período

	{1} M=1,30	{2} M=0,65
Inverno {1}	-----	0,000127
Verão {2}		-----

## Clorofila X Maré

	{1} M=0,80	{2} M=1,15
Baixa-mar {1}	-----	0,031562
Preamar {2}		-----

## ANEXO IX - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

## Bactérias heterotróficas totais X Maré

	{1} M=5170,3	{2} M=3912,4
Baixa-mar {1}	-----	0,010410
Preamar {2}		-----

## ANEXO X - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

## Biomassa bacteriana X Maré

	{1} M=17,73	{2} M=13,26
Baixa-mar {1}	-----	0,027184
Preamar {2}		-----

## ANEXO XI - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

## Coliformes totais X Período

	{1} M=1821,4	{2} M=913,73
Inverno {1}	-----	0,000123
Verão {2}		-----

## ANEXO XII - Resultados do teste POST HOC de Tukey, entre:

*Escherichia coli* X Estações de coleta

	{1} M=736,80	{2} M=373,75	{3} M=374,02	{4} M=345,45	{5} M=511,38
1	-----	0,011936	0,012017	0,005889	0,223817
2		-----	1,000000	0,998837	0,686487
3			-----	0,998792	0,688067
4				-----	0,519475
5					-----

## ANEXO XIII – Resultados do teste POST HOC LSD entre:

*Escherichia coli* X Estações de coleta

	{1} M=736,80	{2} M=373,75	{3} M=374,02	{4} M=345,45	{5} M=511,38
1	-----	0,001448	0,001459	0,000681	0,038797
2		-----	0,997925	0,789095	0,198460
3			-----	0,787097	0,199337
4				-----	0,123024
5					-----