

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAIR DE CASTRO JUNIOR

BACTERIOPLÂNCTON DO CANAL DO DNOS E GAMBOAS ADJACENTES  
(PONTAL DO PARANÁ) E SUA INTER-RELAÇÃO COM FATORES FÍSICO-  
QUÍMICOS.

Pontal do Sul

2008

JAIR DE CASTRO JÚNIOR

**BACTERIOPLÂNCTON DO CANAL DO DNOS E GAMBOAS ADJACENTES  
(PONTAL DO PARANÁ) E SUA INTER-RELAÇÃO COM FATÔRES FÍSICO-  
QUÍMICOS.**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia com habilitação em Gestão Costeira, Curso de Oceanografia, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

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

Pontal do Sul

2008

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Professora Hedda Elisabeth Kolm pela orientação, ensinamentos, presteza e pela insigne generosidade em repassar, de forma incondicional, seus conhecimentos científicos.

Agradeço ao Professor Dr. Ednilson Viana e a MSc. Sibelle Trevisan Disaró pela gentileza em aceitar o convite para participar do processo de avaliação de monografia.

Agradeço a todos que de uma forma direta ou indireta auxiliaram e contribuíram no desenvolvimento do trabalho: Felipe, Breno, Vader, Flávio, Vanessa, Livia, Liciane, André (Lab. Física), Josias e ao Corpo Docente do CEM.

Obrigado.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	A) Litoral do Paraná com localização da área de estudo; B) Área de estudo com localização das estações de coleta.....	13
Figura 2	A) Valores absolutos de salinidade; B) ANOVA da salinidade ao longo do período estudado; C) ANOVA da salinidade ao longo das estações amostradas.....	18
Figura 3	A) Valores absolutos de temperatura; B) ANOVA da temperatura ao longo do período estudado; C) ANOVA da temperatura ao longo das estações amostradas.....	20
Figura 4	A) Valores absolutos de seston; B) ANOVA do seston ao longo do período estudado; C) ANOVA do seston ao longo das estações amostradas.....	22
Figura 5	A) Valores absolutos de pH; B) ANOVA do pH ao longo do período estudado; C) ANOVA do pH ao longo das estações amostradas.....	24
Figura 6	A) Valores absolutos de oxigênio dissolvido; B) ANOVA do oxigênio dissolvido ao longo do período estudado; C) ANOVA do oxigênio dissolvido ao longo das estações amostradas.....	26
Figura 7	Valores da pluviosidade acumulada (127,6 mm) durante os seis dias anteriores, mais o dia da coleta de verão. (21 a 27/fevereiro/2008).....	27
Figura 8	Valores da pluviosidade acumulados (1,2 mm), durante os seis dias anteriores, mais o dia da coleta de inverno. (12 a 18/julho/2008).....	27
Figura 9	A) Valores absolutos das bactérias heterotróficas totais; B) ANOVA das bactérias heterotróficas totais ao longo do período estudado; C) ANOVA das bactérias heterotróficas totais ao longo das estações amostradas.....	29
Figura 10	A) Valores absolutos da biomassa bacteriana; B) ANOVA da biomassa bacteriana ao longo do período estudado; C) ANOVA da biomassa bacteriana ao longo das estações amostradas.....	31

Figura 11	A) Valores absolutos dos coliformes totais; B) ANOVA dos coliformes totais ao longo do período estudado; C) ANOVA dos coliformes totais ao longo das estações amostradas.....	33
Figura 12	A) Valores absolutos de <i>E. coli</i> ; B) ANOVA de <i>E. coli</i> ao longo do período estudado; C) ANOVA de <i>E. coli</i> ao longo das estações amostradas.....	35
Figura 13	Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais.....	36

## RESUMO

As atividades antrópicas promovem diferentes formas de ocupação dos espaços, e isto traz conseqüências diretas e indiretas na dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Os corpos d'água são os reflexos últimos do tipo de ocupação ou exploração que ocorre em seu entorno. Neste estudo foram avaliadas as águas superficiais em três estações ao longo do canal do DNOS e duas em áreas adjacentes. As coletas de verão e inverno foram feitas nos balneários de Shangri-lá (estação 1) e Pontal do Sul (estações 2,3,4 e 5) em triplicatas, durante a baixa-mar de sizígia. Foram analisados os seguintes parâmetros: bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais, *E. coli*, temperatura, pH, salinidade, seston, oxigênio dissolvido e pluviosidade. Os resultados mostraram que a quantidade máxima de coliformes totais e *Escherichia coli*, tanto no verão ( $4.839 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ ) quanto no inverno ( $12.098 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ ) foram registrados na Gamboa do Perequê. Esta gamboa recebe, devido à falta de saneamento básico na região, despejos contínuos de resíduos líquidos e sólidos em boa parte do seu percurso de 2,6 km, tanto da população residente quanto de veranistas. Os resultados mostraram ainda que não houve influência dos parâmetros abióticos estudados sobre as bactérias e que os maiores valores bacterianos foram observados na estação 5 no verão e os menores na estação 1 no inverno.

Palavras-chave: Bacterioplâncton, Canal do DNOS, Gamboa do Perequê, Gamboa do Perequê Mirim, Pontal do Paraná.

## ABSTRACT

The anthropic processes promote different uses of the spaces, which brings direct and indirect consequences regarding the underwater ecosystem dynamics. Water bodies usually are the ultimate destination of whatever happens in their surroundings. This study evaluates the surface waters collected at sampling stations along the course of the DNOS channel and in two sampling stations in two other neighboring areas. The samples were collected during the summer and winter at Shangri-la (station 1) and Pontal do Sul (stations 2, 3, 4 and 5) beach resorts. The samples were obtained in triplicates during low tides of syzygy. The following parameters were analyzed: Total heterotrophic bacteria, bacterial biomass, total coliform, *E. coli*, temperature, pH, salinity, suspended matter, dissolved oxygen and rain fall. The results revealed peak readings at Perequê tidal creek for both summer ( $4.839 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ ) and winter time ( $12.098 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ ). For the lacking of sanitary infrastructure, this tidal creek gets the majority of the solid and liquid effluents as well as from the residents as the tourists in the area. The results did not show influence of the abiotic parameters in question over bacteria, showed also that the higher values were observed at

station 5 during summer time and the lowest at station 1 during the winter season.

**Key words:** Bacterioplankton, DNOS channel, Perequê tidal creek, Perequê Mirim tidal creek, Pontal do Paraná.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVOS .....	10
2.1 Objetivos específicos .....	10
3. ÁREA DE ESTUDO .....	10
4. Materiais e métodos .....	13
4.1 Dados abióticos .....	14
4.1.1 Salinidade .....	14
4.1.2 Temperatura da água .....	14
4.1.3 Seston .....	14
4.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH) .....	14
4.1.5 Oxigênio dissolvido .....	14
4.1.6. Precipitação .....	15
4.2. Dados bióticos .....	15
4.2.1 Bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana .....	15
4.2.2 Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> .....	15
4.3. Análise Estatística .....	16
5. RESULTADOS .....	17
5.1 Abióticos .....	17
5.1.1 Salinidade .....	17
5.1.2 Temperatura da água .....	19
5.1.3 Seston .....	21
5.1.4 Potencial hidrogeniônico .....	23
5.1.5 Oxigênio Dissolvido .....	25
5.1.6 Precipitação .....	26
5.2. Bióticos .....	28
5.2.1 Bactérias heterotróficas totais .....	28
5.2.2. Biomassa bacteriana .....	30
5.2.3 Coliformes totais .....	32
5.2.4 <i>E. coli</i> .....	34
5.3 Análise dos Componentes Principais .....	36
6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO .....	37
7. REFERÊNCIAS .....	40



## 1. INTRODUÇÃO

As bactérias são procariontes, isto é, não possuem membrana nuclear. Elas apresentam várias formas, especialmente esféricas, bacilos e espirilos. Em relação ao tamanho variam de 0,5 a 5,0 micrômetros de diâmetro. Embora sejam unicelulares, as bactérias freqüentemente aparecem aos pares, em cadeias, formando tétrades, ou agrupadas. Algumas possuem flagelos e, portanto, podem locomover-se rapidamente em líquidos. De grande importância na natureza e na indústria elas são essenciais na reciclagem de matéria orgânica e na produção de antibióticos (PELCZAR *et al*, 1993).

Segundo Ribeiro (2007), as bactérias planctônicas desempenham um papel-chave nas teias alimentares pelágicas, tanto na transferência de energia orgânica quanto na ciclagem de nutrientes limitantes. Tradicionalmente, as bactérias têm sido consideradas primordialmente como remineralizadoras (fontes) de nutrientes. Nesta visão, a perspectiva primária na teia alimentar microbiana é a ênfase no papel das bactérias na "limpeza" da matéria orgânica detritica (dissolvida e particulada) para a transferência para a teia alimentar "convencional" através do consumo de bactérias por bacterívoros.

No ambiente aquático, tanto límnic como marinho, as bactérias podem ocorrer livres ou aderidas a partículas orgânicas e inorgânicas. Podem ser encontradas em todos os ambientes marinhos, inclusive nas fossas abissais e regiões geotermiais. Na coluna d'água marinha seu número é maior na zona fótica, devido a um acúmulo maior de fitoplâncton e na região localizada logo acima do sedimento, devido a ressuspensão do mesmo (RHEINHEIMER, 1987<sup>1</sup> apud ANDRETTA, 1999).

Apesar das bactérias ocorrerem em todos os ambientes marinhos, a sua importância é destacada em regiões costeiras (deltas, estuários, baías e desembocaduras de rios) devido à entrada de matéria orgânica e nutriente provenientes da terra firme (GUNKEL, 1964; GOCKE, 1977; RHEINHEIMER,

---

<sup>1</sup> RHEINHEIMER, G. **Microbiologia de las aguas**. Edit. Acribia S.A.. Zaragoza (Espanha). 1987.

1987<sup>2</sup> apud JOUCOSKI, 2001), e às influências antrópicas (cidades, povoados, portos, etc.) que as alteram de forma direta ou indireta, quantitativa e qualitativamente (ANDRETTA, 1999).

Dentre elas a *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44 - 45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais homeotérmicos, tendo sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (DOU 2000). Desta forma ela é utilizada, em ambientes aquáticos, como indicadora de poluição orgânica oriunda de esgotos domésticos.

Estudos relacionados com a qualidade da água em ambientes costeiros como baías, estuários e gamboas são importantes por serem regiões de alta produtividade e influenciadas por atividades antrópicas (SIQUEIRA *et al.* no prelo).

No litoral do Paraná Kolm *et al.* (1997) publicaram, para as Baías de Paranaguá e Antonina, os primeiros dados de bactérias heterotróficas totais, de biomassa bacteriana, coliformes totais e de *Escherichia coli*, e sua inter-relação com dados abióticos. Schoenenberger (1998) efetuou os primeiros estudos bacteriológicos das baías de Guaraqueçaba e Laranjeiras. Kolm & Andretta (2003) estudaram a variabilidade temporal e espacial de bactérias ao longo da Gamboa do Perequê e concluíram que a maré influenciou na quantidade destes microrganismos em quase toda a sua extensão e que os valores de *E. coli* foram elevados ao longo de todo o período estudado. Na mesma gamboa Joucoski *et al.* (2004) estudaram a variabilidade bacteriana em um ponto fixo com coletas

---

<sup>2</sup> GUNKEL, W. Bakteriologische Untersuchungen im Indischen Ozean. **Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.** v. Sonderb. II, p. 255 – 264. 1964.

GOCKE, K. Untersuchungen über die heterotrophe Aktivität in der zentralen Ostsee. **Mar. Biol.** v. 40, p. 87-94. 1977.

RHEINHEIMER, G. **Microbiologia de las aguas.** Edit. Acribia S.A.. Zaragoza (Espanha). 1987.

horárias ao longo de vinte e quatro horas. Os autores concluíram que as marés, principalmente depois de chuvas intensas influenciaram o valor de bactérias heterotróficas aeróbicas e de coliformes totais e *E. coli*. Ao contrário, bactérias heterotróficas totais foram mais elevadas no período não influenciado pelas chuvas. Siqueira & Kolm (2005) estudaram o bacterioplâncton em um fosso localizado junto à entrada da Gamboa do Maciel e concluíram que no local a quantidade de bactérias é mais elevada em águas de profundidade no verão. Nowicki (2006) estudou a variabilidade bacteriana em um transecto da Gamboa do Maciel e concluiu que a quantidade de *E. coli* é maior nas margens que no canal de maré. No mesmo ano Siqueira (2006) estudou a variabilidade do picoplâncton e microplâncton em quatro gamboas do município de Pontal do Paraná (Penedo, Perequê, Barranco e Olho d'Água) e concluiu que a Gamboa Olho d'Água é a mais afetada pela ação antropogênica, com características de eutrofização principalmente no verão quente e chuvoso.

## **2. OBJETIVO**

O presente estudo teve como objetivo pesquisar o bacterioplâncton, em águas superficiais da porção nordeste do Município de Pontal do Paraná durante a baixa-mar de sizígia.

### **2.1 Objetivos específicos**

Estudar a variabilidade espacial e temporal de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *E. coli* em águas superficiais de cinco estações ao longo do Canal do DNOS e adjacências.

Comparar os dados microbiológicos com os parâmetros físico-químicos locais e com dados de outros autores para áreas similares.

## **3. ÁREA DE ESTUDO**

Situado na costa sul do Brasil o litoral do Estado do Paraná é caracterizado pela pequena extensão de costa. Tem dois estuários: Baía de

Guaratuba, localizada na porção sul do litoral, com pequena extensão superficial (50 km<sup>2</sup>) e o Complexo Estuarino de Paranaguá, localizado na porção centro-norte do litoral, com uma área superficial aproximada de 612 km<sup>2</sup> (LAMOUR, 2007).

O Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 1A) apresenta uma geometria complexa, compreendendo dois eixos principais: um ocupado pelas baías de Paranaguá e Antonina (eixo E – W) e outro pelas baías das Laranjeiras, Guaraqueçaba e Pinheiros (eixo NNE – SSW), aos quais se conectam diversos canais de maré. A sua conexão com o oceano se processa através dos canais da Galheta, Norte e de Superagui (MANTOVANELLI, 1999).

Sendo considerado como um estuário de planície costeira o Complexo Estuarino de Paranaguá recebe cerca de 70% da drenagem da Bacia Hidrográfica Atlântica, que tem uma área de 2.188 km<sup>2</sup>, e um aporte de água doce de 178 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> durante o verão (período de chuvas) e de 47 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> no inverno (período de estiagem) (MANTOVANELLI, 1999).

O Canal do DNOS estende-se paralelo à costa, possui aproximadamente 35 km de extensão, ligando o Balneário Caiobá até o Balneário de Pontal do Sul, no litoral do Estado do Paraná (GOBBI, 1995). Ele foi construído no início da década de 1950 pelo antigo “Departamento Nacional de Obras e Saneamento” (DNOS). Hoje se nota que a ação erosiva é contínua ao longo do canal e a falta de manutenção tem levado a um estágio avançado de assoreamento em vários de seus setores. Da mesma forma, como pode ser observado em um relatório (ParanaSan) efetuado pela Sanepar (2002), há o comprometimento do canal pela invasão, em seu leito, por macrófitas aquáticas, principalmente nos locais onde não há fluxo aparente da água. Ao longo do Canal do DNOS, com exceção das áreas urbanizadas, a cobertura vegetal predominante é de Floresta Ombrófila de Terras Baixas.

A desembocadura do Canal do DNOS (25°16'34 "S; 48°17'42" W) está localizada na entrada da Baía de Paranaguá. Desta forma, especialmente na sua desembocadura o canal tem forte influência das marés, da própria baía e da plataforma continental adjacente. Segundo Marone *et al.* (1995) Camargo (1998)

e Marone & Jamiyanaa (1997) a maré desta região é predominantemente semidiurna, com desigualdades diurnas e apresenta forte simetria nas elevações e corrente de maré.

É importante ressaltar ainda que próximo à sua jusante encontra-se um bairro denominado "Mangue Seco", pertencente ao Balneário de Pontal do Sul, no qual vivem pessoas que pertencem à chamada "população permanente" do local. Além disto, esta parte do canal é margeada por marinas de médio e pequeno porte.

A Gamboa do Perequê tem 2,6 km de extensão e desemboca no Canal do DNOS. A profundidade local é baixa, variando de poucos centímetros a 2,8 m durante marés baixas de sizígia (LANA *et al.*, 1989).

Ao longo dos anos a Gamboa do Perequê sofreu e está sofrendo grandes influências antrópicas. Parte de seu leito foi retificado na porção central e na desembocadura (BLANKENSTEYN, 1994). Além disto, a gamboa separa o Balneário de Pontal do Sul em dois setores e, por falta de saneamento básico, recebe grandes quantidades de águas residuárias e pluviais.

A Gamboa do Perequê Mirim originou-se a partir da interrupção de parte do leito da Gamboa do Perequê. Segundo Higuti *et al.* (1998) a Gamboa do Perequê Mirim (referenciada pelos autores como Rio Perequê) tem uma extensão total de aproximadamente 20 km e largura de dois a cinco metros. Seus primeiros 12,5 km encontram-se paralelos à linha da costa; em seu último terço o traçado torna-se meandrante. Neste ponto ela entra em área urbanizada (Balneário Atami) (Fig. 1B).

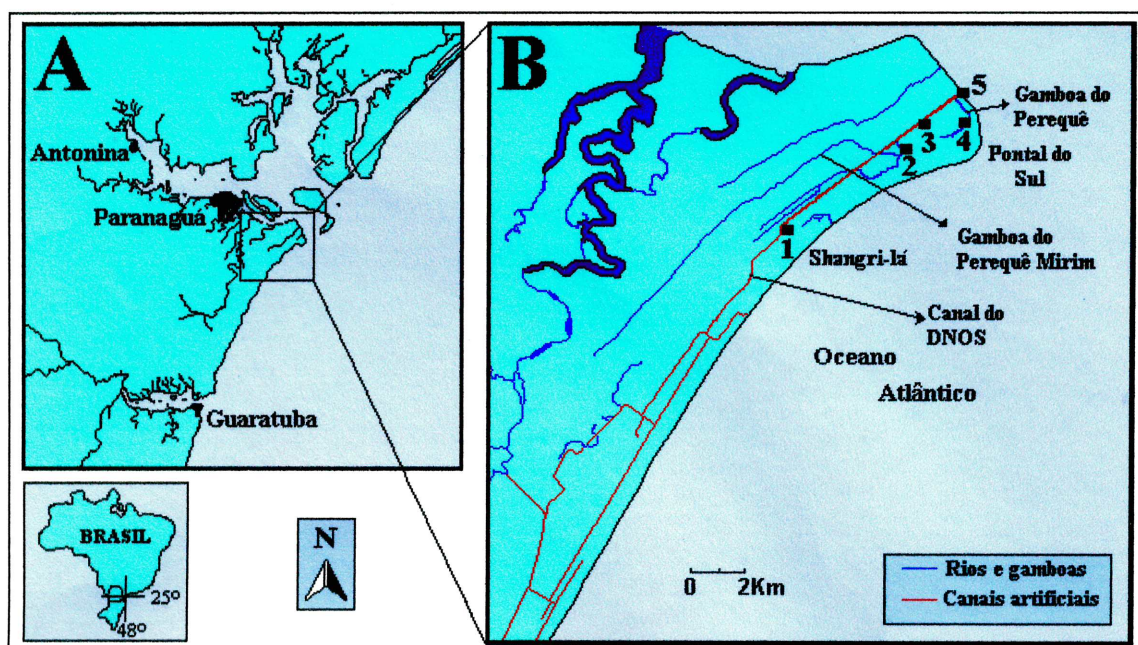


Figura 1 - A) Litoral do Paraná com localização da área de estudo; B) Área de estudo com localização das estações de coleta.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Em fevereiro (verão) e julho de 2008 (inverno), durante a baixa-mar de sizígia, foram coletadas amostras de águas de superfície em cinco pontos, sendo que o primeiro (1) foi no canal do DNOS no Balneário de Shangri-lá, (2) na Gamboa do Perequê Mirim, (3) no canal do DNOS entre as gamboas Perequê Mirim e Perequê, (4) na Gamboa do Perequê, e o último (5) na desembocadura do canal DNOS (Fig. 1B). Todas as amostras de águas superficiais, coletadas em tréplica ( $n=15$ ), foram trazidas ao laboratório no gelo para a análise dos parâmetros bióticos e abióticos.

## **4.1 Dados abióticos**

### **4.1.1 Salinidade**

As amostras foram acondicionadas em frascos fechados e transportadas ao Laboratório de Microbiologia. A salinidade foi medida com refratômetro QA Supplies, LLC, modelo MT-100ATC, com escala de 0 a 10%.

### **4.1.2 Temperatura da água**

Os valores de temperatura da água foram medidos no campo com termômetro padrão de álcool, escala 1/100 °C.

### **4.1.3 Seston**

As amostras de água foram acondicionadas em garrafas de dois litros e transportadas ao laboratório para serem filtradas com filtros Schleicher & Schuell (GF – 52C) previamente secos e pesados. Depois de filtrado o material os filtros foram secos em estufa a 60°C até a constância de peso e novamente pesados. Os valores de seston foram obtidos através das diferenças de peso.

### **4.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Medido no laboratório utilizando o pHmetro portátil digital marca ANALION, modelo PM 602, nº Z 4839.

### **4.1.5 Oxigênio dissolvido**

Todas as amostras foram colocadas em frascos esmerilhados com volume conhecido, sempre tendo o cuidado para se evitar 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. Todas as amostras foram homogeneizadas com suavidade, acondicionadas em caixa de isopor com água do próprio local de coleta e trazidas ao laboratório onde foi feita a análise, seguindo o método de Winkler, descrito por Grasshoff *et al.* (1983). Os resultados foram expressos em percentagem de saturação.

#### **4.1.6. Precipitação**

Os dados de pluviosidade foram gentilmente fornecidos pelo Laboratório de Física Marinha –UFPR/CEM, obtidos na estação meteorológica do CEM – Centro de Estudos do Mar (2008), localizada no município de Pontal do Paraná, próximo à área de estudo.

#### **4.2. Dados bióticos**

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

As amostras de água coletadas no campo (15 ml) foram formalizadas *in loco* e trazidas ao Laboratório de Microbiologia Marinha do Centro de Estudos do Mar (CEM).

Um volume de 0,5 mL de cada amostra foi misturado com 1,5 mL de água destilada autoclavada, corado com 0,2 mL de fluorocromo laranja de acridina e filtrado em filtro de membrana Nucleopore (0,22  $\mu\text{m}$  de poro) previamente escurecidos. A contagem de bactérias foi feita por microscopia de epifluorescência (Microscópio Nikon, modelo Labophot). Em linhas gerais a metodologia seguiu a descrita por PARSONS *et al.* (1984). Para a quantificação da biomassa bacteriana determinou-se o biovolume a partir de figuras geométricas aproximadas e utilizou-se o fator de conversão de  $0.4 \text{ pgC} \cdot \mu\text{m}^{-3}$  (BJØRNSSEN & KUPARINEN, 1991).

##### **4.2.2 Coliformes totais e *Escherichia coli***

As amostras de água foram trazidas do campo ao laboratório no gelo. Para as análises, quantidades entre 20 e 50 mL de água do campo foram misturadas com água destilada autoclavada, perfazendo um total de 100 mL, que foram misturados com um substrato cromogênico composto basicamente por sais, ortho-nitrofenil- $\beta$ -D-galactopyranosídeo (ONPG) específico para os grupos coliformes totais e 4-metil-umberifenil glucoronídeo (MUG) específico para (*Escherichia coli*), conforme descrito por GREENBERG (1985). Os produtos utilizados foram os Colilert, da Firma Idexx Laboratories, Inc. A



metodologia de trabalho seguiu a orientação da própria empresa. O material foi incubado em cartelas por 21 horas. Para verificação dos coliformes totais foram contados os campos com coloração amarela, sob luz natural. A contagem da *E. coli* foi realizada sob luz ultravioleta de 365 nanômetros. Para a obtenção do número mais provável (NMP) dos coliformes em 100 ml de água, utilizou-se uma tabela fornecida pela própria empresa.

### **4.3. Análise Estatística**

Os resultados foram analisados através dos pacotes STATISTICA-6.0 e 7.0 (StatSoft Inc., 1984-2004). Foi utilizada a ANOVA (análise de variância) para comparação de todos os dados bióticos e abióticos analisados (após teste confirmou-se que os dados cumprem para o uso da ANOVA) e, quando possível e pertinente, o teste "Post Hoc" de Tukey. Os resultados foram apresentados na forma de gráficos com os valores de F e de p inseridos sobre cada gráfico. A Análise de Componentes Principais (PCA – Statistica 6.0) foi utilizada para identificar a distribuição temporal e espacial dos fatores bióticos e abióticos (BOUROCHE & SAPORTA, 1982; LEGENDRE & LEGENDRE, 1983; LUDWIG & REYNOLDS, 1988; CLARKE & WARWICK, 1994).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Abióticos

#### 5.1.1 Salinidade

No verão as águas de todas as amostras das estações 1, 2 e 3 apresentaram zero de salinidade e em todas as amostras do ponto 4 foi registrado o maior valor (três) deste parâmetro. No inverno a menor salinidade (um) foi em todas as amostras do ponto 1 e o maior (vinte e seis) em todas as amostras do ponto 4 (Fig. 2A).

Conforme pode ser visto na figura 2B a ANOVA, confirmada pelo teste "Post Hoc" de Tukey (APÊNDICE II) a variação da salinidade ( $F(1, 28)=40,197$ ,  $p= 7,72 \text{ E-}08$ ) entre o verão e o inverno foi significativo, com valores mais elevados no inverno. Entre as estações não houve variação significativa ( $F(4, 25)=2,0757$ ,  $p=0,11423$ ) (Fig. 2C).

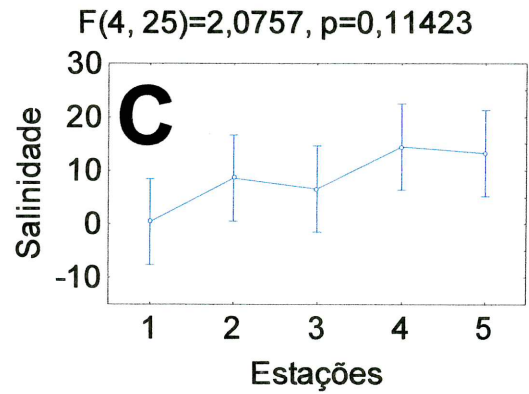
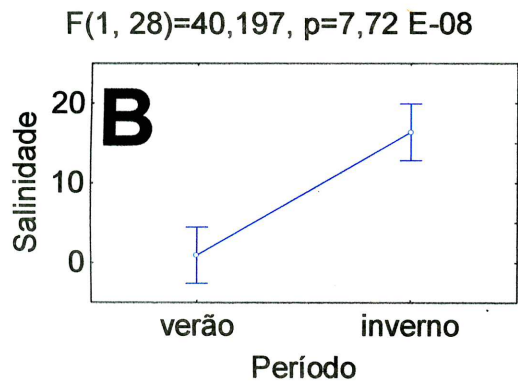
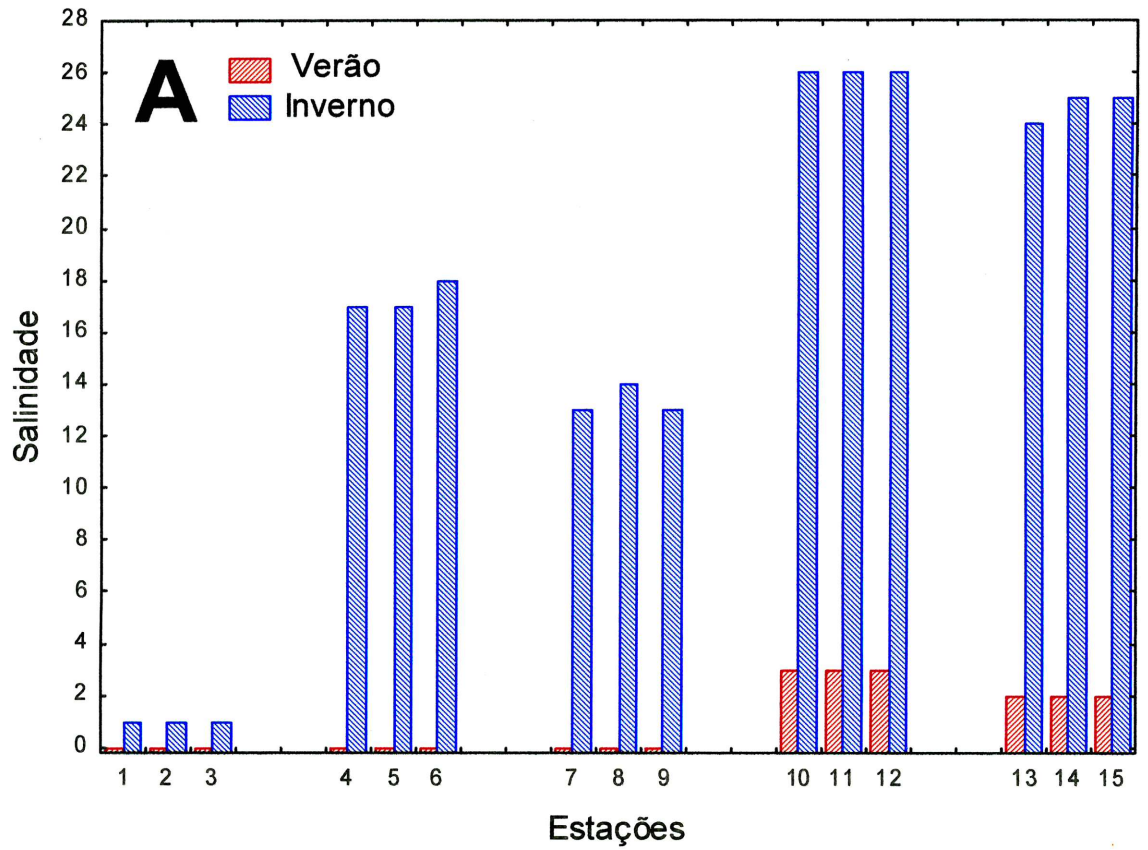


Figura 2: A) Valores absolutos de salinidade; B) ANOVA da salinidade ao longo do período estudado; C) ANOVA da salinidade ao longo das estações amostradas.

### 5.1.2 Temperatura da água

A figura 3A mostra que, durante o verão, a temperatura mínima (23,5 °C) ocorreu no ponto três (amostras 7 e 8) e a máxima (25°C) nas seis amostras nos pontos 4 e 5. No inverno a temperatura mínima (15,5 °C) foi no ponto 1 (amostra 1) e a máxima (18 °C) no ponto 5.

A ANOVA, confirmada pelo teste "Post Hoc" de Tukey (APÊNDICE III) mostrou que somente houve variação significativa  $F(1, 28)=731,25$ ,  $p= 4,88 E-07$  da temperatura ao longo do período estudado, com valores mais elevados no verão (Fig. 3B). Ao longo das estações a variabilidade não foi significativa (Fig. 3C).

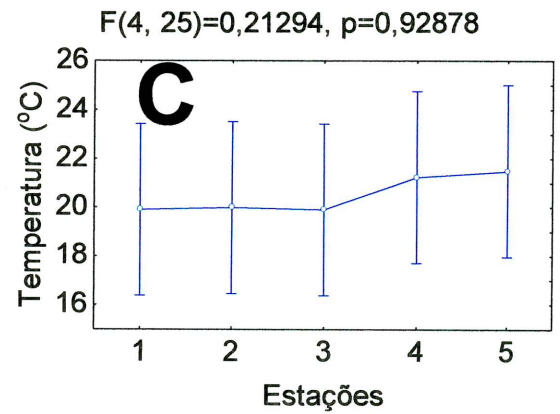
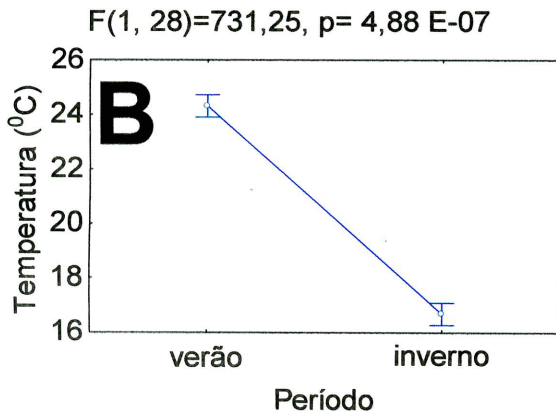
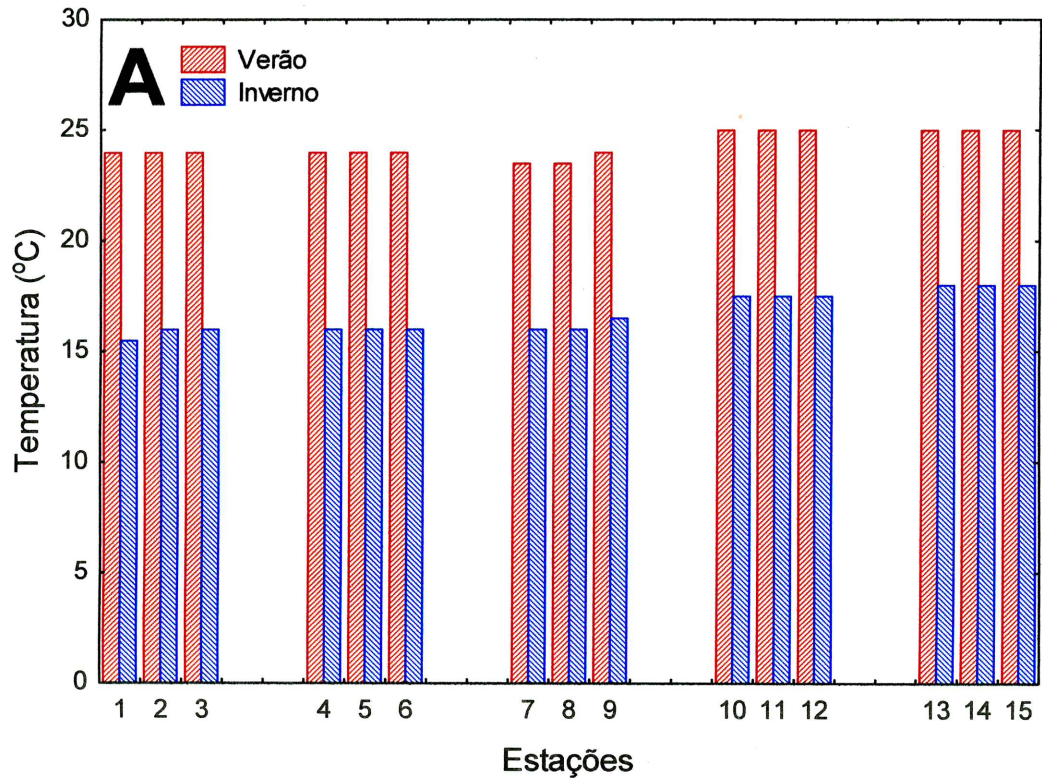


Figura 3 - A) Valores absolutos de temperatura; B) ANOVA da temperatura ao longo do período estudado; C) ANOVA da temperatura ao longo das estações amostradas.

### 5.1.3 Seston

No verão o maior valor de seston ( $44,3 \text{ mg.L}^{-1}$ ) foi registrado na estação 2 (amostra 5) e o menor ( $7,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na estação 3 (amostra 8). No inverno o maior valor ( $17,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ) foi registrado na estação 5 (amostra 15) e o menor ( $3,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na estação 4 (amostra 11) (Fig. 4A).

Conforme pode ser visto na Figura 4B a ANOVA, confirmada pelo teste "post hoc" de Tukey (APÊNDICE IV) mostrou que a variação do seston ( $F(1, 28)=15,589$ ,  $p=0,00048$ ) foi significativa no período estudado. Ao longo das estações a variabilidade não foi significativa ( $F(4, 25)=0,92906$ ,  $p=0,46299$ ) (Fig. 4C).

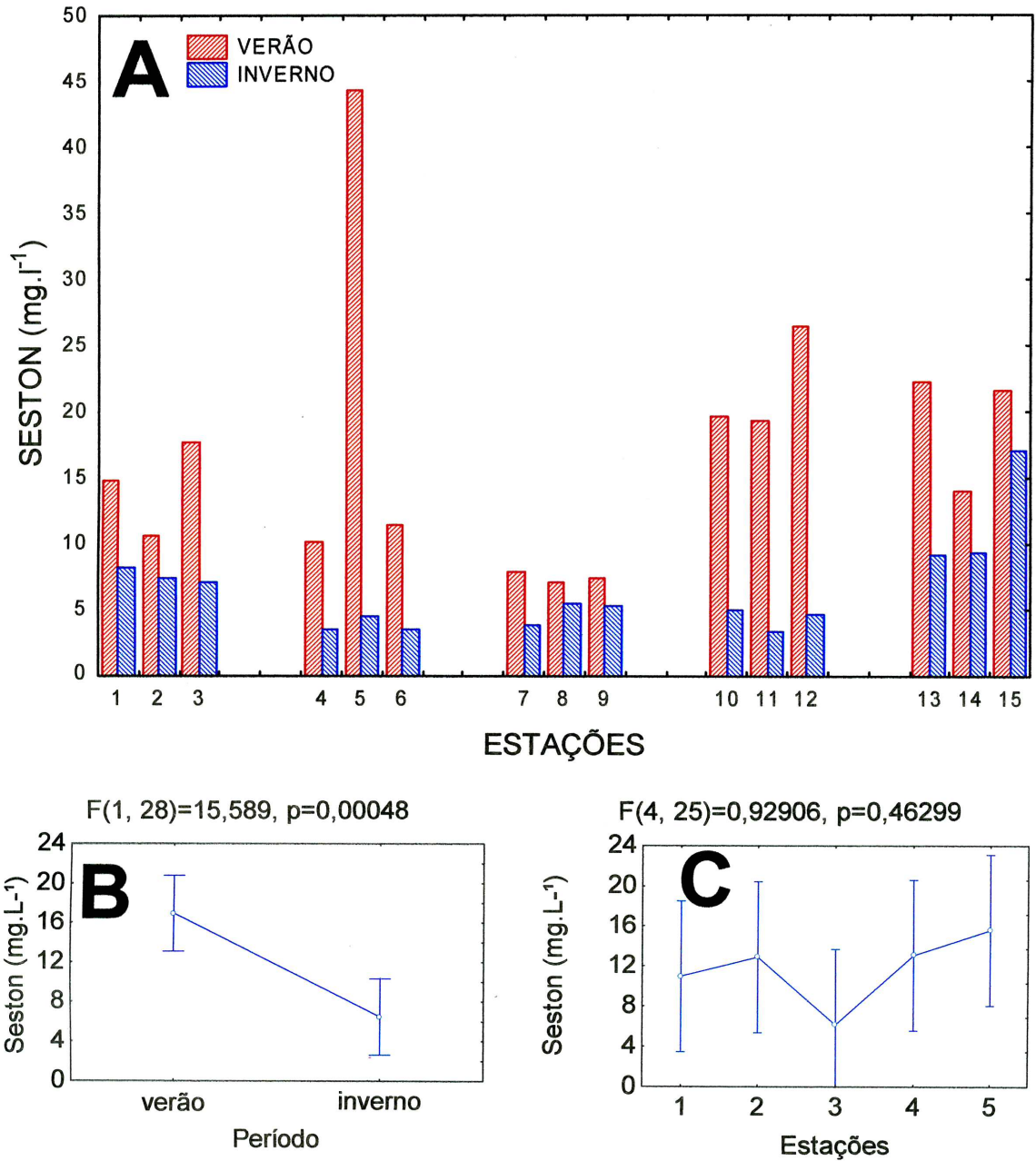


Figura 4: A) Valores absolutos de seston; B) ANOVA do seston ao longo do período estudado; C) ANOVA do seston ao longo das estações amostradas.

#### 5.1.4 Potencial hidrogeniônico

Tanto no verão quanto no inverno os menores valores de pH foram registrados na estação 1 (5,51 e 5,88). Os maiores valores deste parâmetro foram de 6,95 no ponto 4 (amostra 12) no verão e 7,67 no ponto 5 (amostra 14) no inverno (Fig. 5A).

Conforme pode ser visto na Figura 5B, a ANOVA, confirmada pelo teste "Post Hoc" de Tukey (APÊNDICE V) mostrou que a variação deste parâmetro, com valores mais elevados no inverno, foi significativa ( $F(1, 28)=17,923$ ,  $p=0,00022$ ) ao longo do período estudado. Da mesma forma houve variação significativa ( $F(4,25)=6.6715$ ;  $p= 0,00085$ ) do pH ao longo das estações estudadas, com exceção da estação quatro em relação à estação cinco (Fig. 5C e APÊNDICE VI).



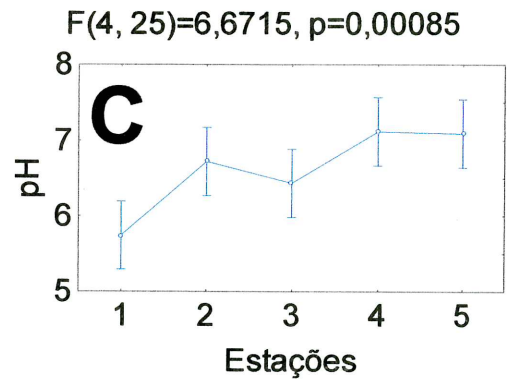
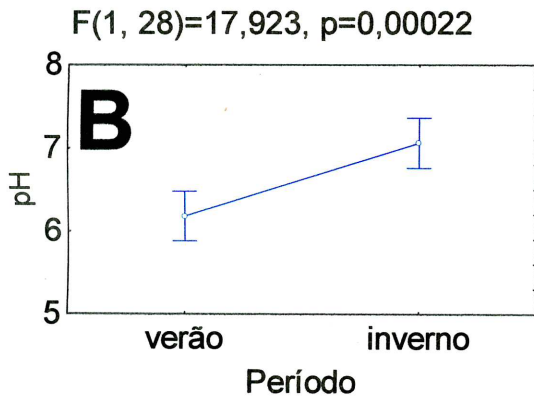
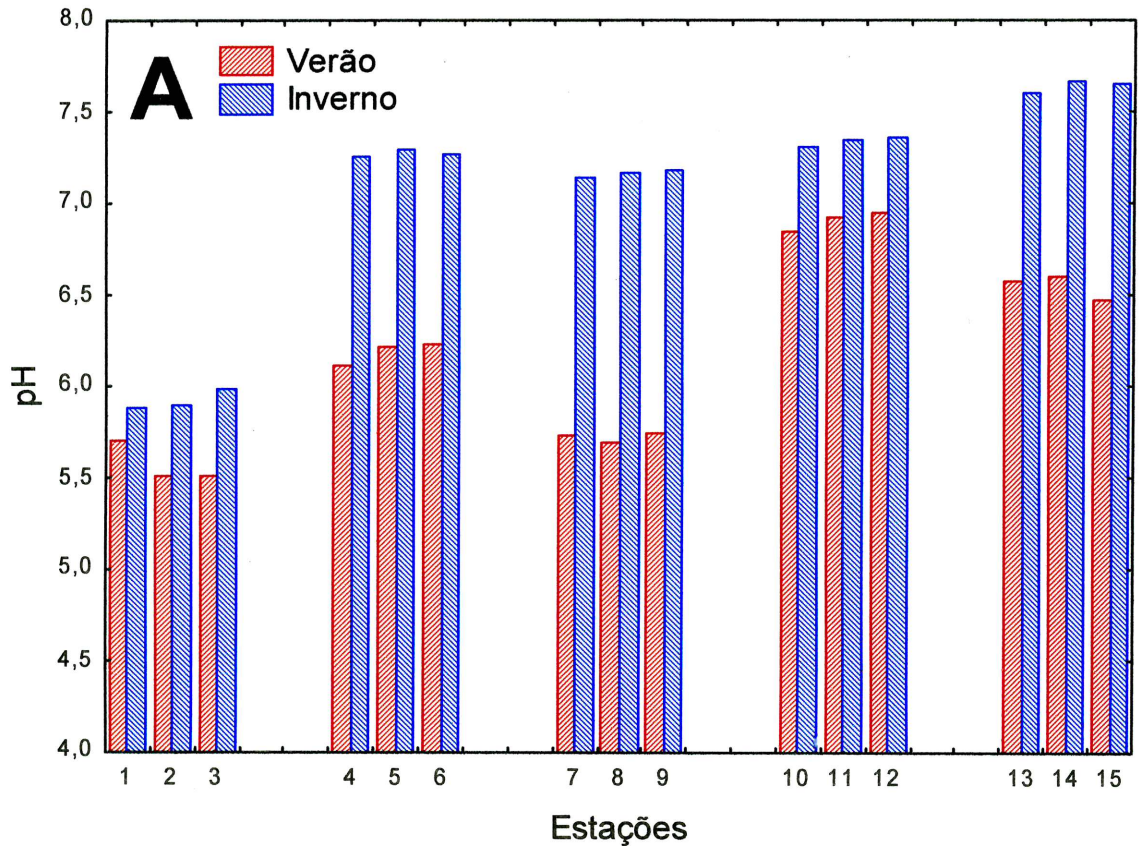


Figura 5: A) Valores absolutos de pH; B) ANOVA do pH ao longo do período estudado; C) ANOVA do pH ao longo das estações amostradas.

### 5.1.5 Oxigênio Dissolvido

Em todas as estações estudadas os valores de oxigênio dissolvido foram maiores no inverno que no verão. No verão a água da amostra 1 da estação 1 foi anóxica. No mesmo período o máximo deste parâmetro (19,61%) foi registrado no ponto 5 (amostra 14). No inverno o menor valor (5,58%) foi medido no ponto 1 (amostra 3), e o maior (37,38%) no ponto 5 (amostra 14) (Fig. 6A).

Como pode ser visto nas figuras 6B, a ANOVA, confirmada pelo teste "Pos Hock" de Tukey (APÊNDICE VII) mostrou que a variação do oxigênio dissolvido ( $F(1, 28)=8,5131$ ,  $p=0,00688$ ) foi estatisticamente significativa durante o período do estudo, com valores mais elevados no inverno.

A ANOVA (Fig. 6C) também mostrou que houve variação significativa ( $F(4, 25)=7,3900$ ,  $p=0,00045$ ) deste parâmetro ao longo das estações estudadas. O teste de Tukey mostrou que ao longo das estações a variabilidade do oxigênio dissolvido da estação 1 variou de forma significativa em relação às estações 2, 3 e 5, o da estação 4 em relação às estações 2 e 3 e a estação 5 em relação à 4 (APÊNDICE VIII).

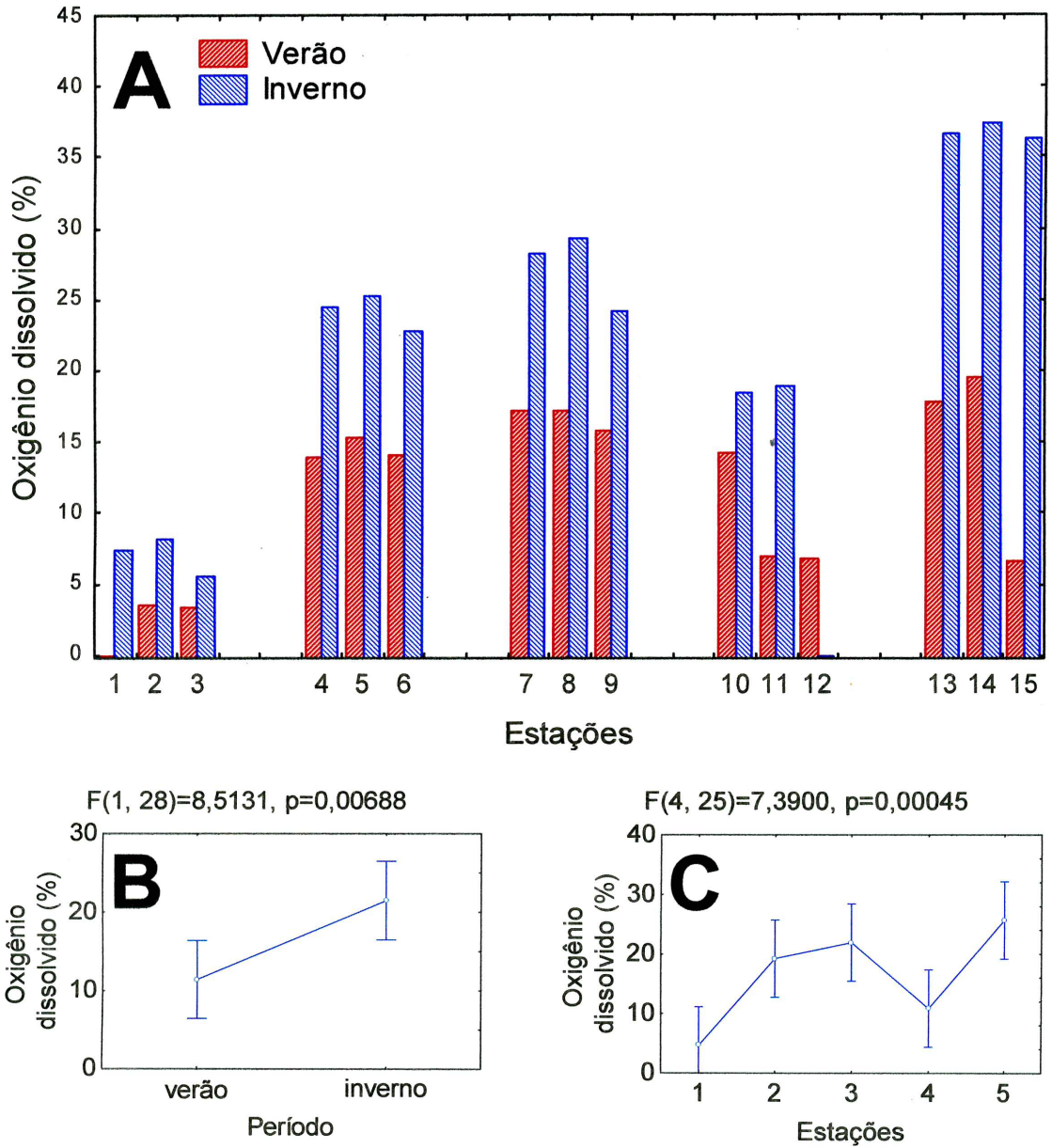


Figura 6: A) Valores absolutos de oxigênio dissolvido; B) ANOVA do oxigênio dissolvido ao longo do período estudado; C) ANOVA do oxigênio dissolvido ao longo das estações amostradas.

### 5.1.6 Precipitação

Na figura 7 estão representados os valores de precipitação durante os seis dias anteriores, incluindo o dia da coleta de verão (21 a 27 de fevereiro de 2008). A precipitação acumulada no período foi de 127,6 mm.

Na figura 8 estão representados os valores de precipitação durante os seis dias anteriores, incluído o dia da coleta de inverno (12 a 18 de julho de 2008). A precipitação acumulada no período foi de 1,2 mm.

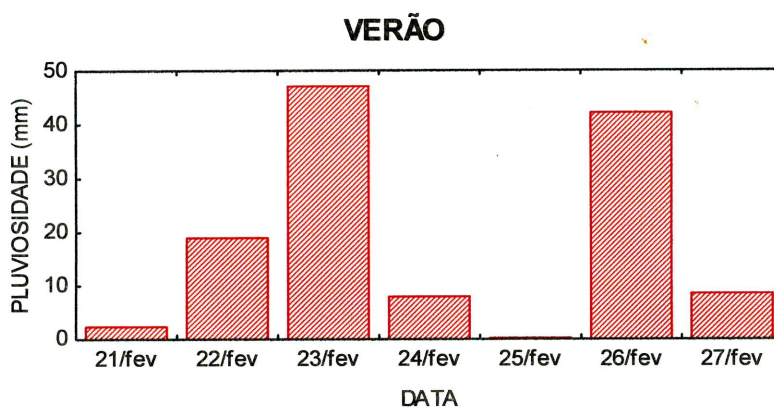


Figura 7: Valores da pluviosidade durante os seis dias anteriores, mais o dia da coleta de verão. (21 a 27/fevereiro/2008)

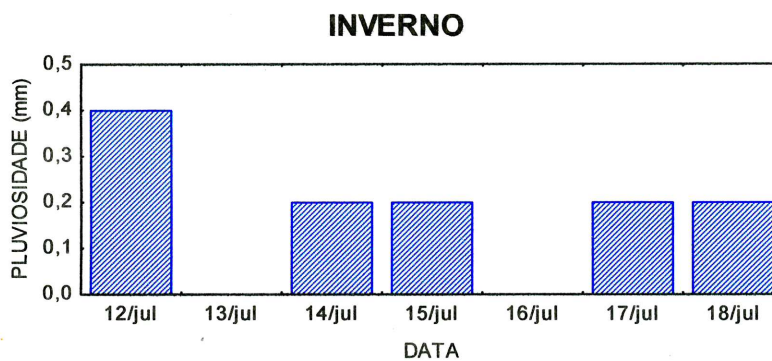


Figura 8: Valores da pluviosidade durante os seis dias anteriores, mais o dia da coleta de inverno. (12 a 18/julho/2008).

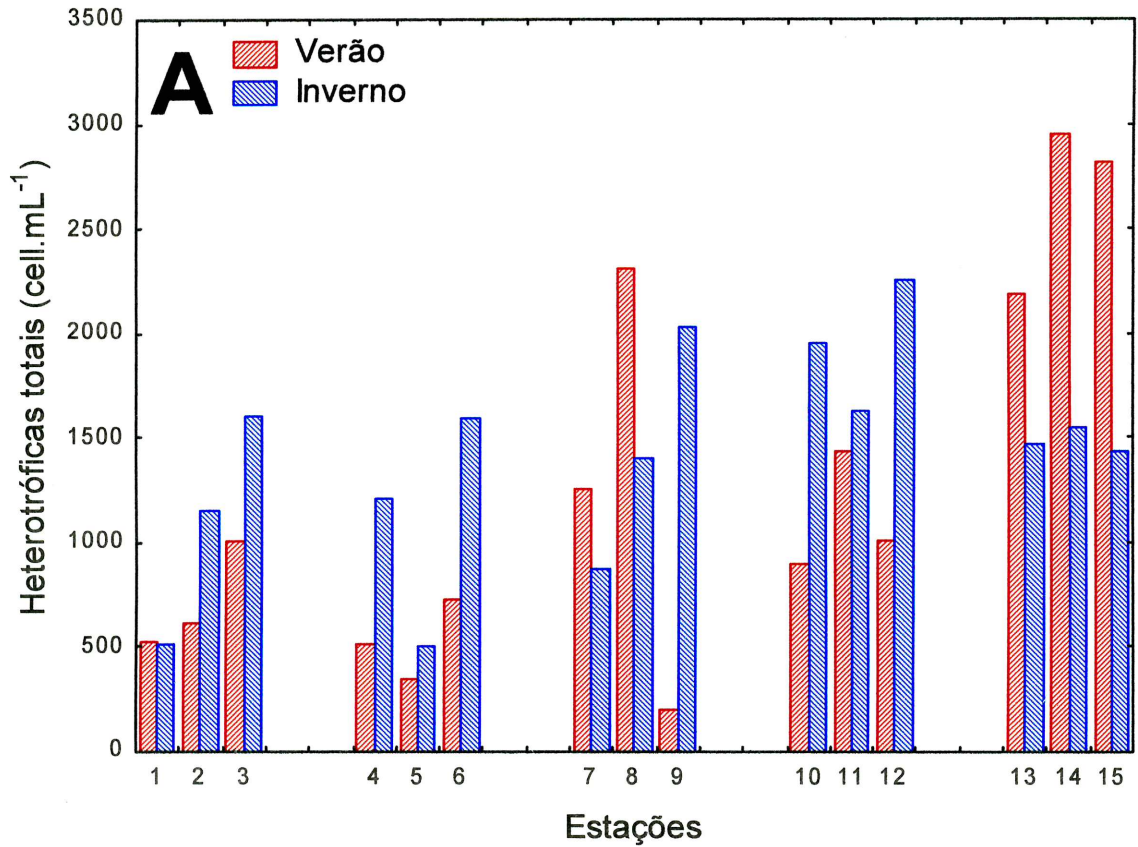
## 5.2. Bióticos

### 5.2.1 Bactérias heterotróficas totais

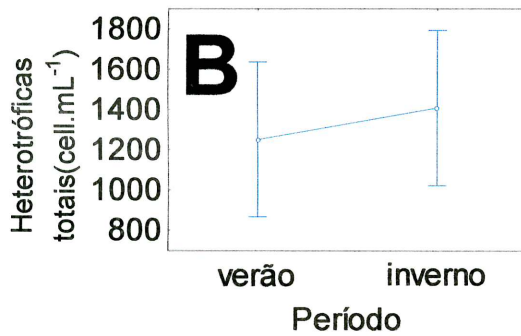
Com exceção do ponto 5, consistentemente os valores de bactérias heterotróficas totais foram mais elevados no inverno do que no verão. Durante o verão seu mínimo ( $206.10^3 \text{ cel. mL}^{-1}$ ) foi no ponto 3 (amostra 9) e o máximo ( $2.955 \text{ cel. } 10^3. \text{ mL}^{-1}$ ) no ponto 5 (amostra 14). No inverno seu menor valor foi de ( $502.10^3 \text{ unid. mL}^{-1}$ ) no ponto 2 (amostra 5) e o maior ( $2.251 \text{ cel. } 10^3. \text{ mL}^{-1}$ ) no ponto 4 (amostra 12) (Fig. 9A). Entretanto, considerando-se os valores médios, foi observado que tanto os maiores valores ( $2.654.10^3 \text{ cel. mL}^{-1}$  na estação 5), quanto os menores ( $532.10^3 \text{ cel. mL}^{-1}$  na estação 2) foram no verão.

Conforme pode ser visto na Figura 9B a variação das bactérias heterotróficas totais não foi significativa ( $F(1, 28)=0,34812$ ,  $p=0,55991$ ) entre o verão e o inverno.

A figura 9C mostra que a variação das bactérias heterotróficas totais foi significante ( $F(4, 25)=4,3728$ ,  $p= 0,00811$ ) ao longo das estações. Este resultado foi confirmado pelo teste "Post Hoc" de Tukey (APÊNDICE IX) que mostrou que o número destes microrganismos foi significativamente maior na estação 5, que nas estações 1 e 2.



$F(1, 28)=0,34812, p=0,55991$



$F(4, 25)=4,3728, p=0,00811$

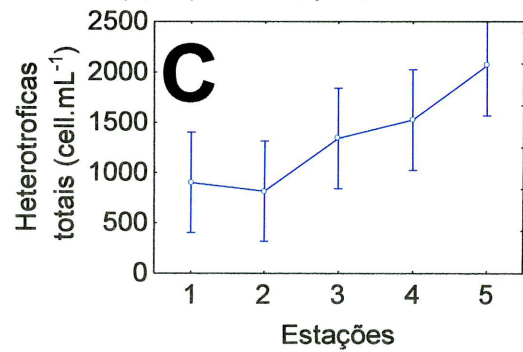


Figura 9: A) Valores absolutos das bactérias heterotróficas totais; B) ANOVA das bactérias heterotróficas totais ao longo do período estudado; C) ANOVA das bactérias heterotróficas totais ao longo das estações amostradas.

### 5.2.2. Biomassa bacteriana

No verão, o menor valor de biomassa bacteriana ( $4,07\mu\text{gC.L}^{-1}$ ) foi registrado no ponto 3 (amostra 9) e o maior ( $83,08\mu\text{gC.L}^{-1}$ ) no ponto 5 (amostra 14). No inverno seu menor valor ( $10,01\mu\text{gC.L}^{-1}$ ) foi no ponto 2 (amostra 5) e o maior ( $35,97\mu\text{gC.L}^{-1}$ ) no ponto 4 (amostra 12) (Fig. 10A).

A figura 10B mostra que ao longo do período não houve variação significativa ( $F(1, 28)=1,4446$ ,  $p=0,23946$ ) de biomassa bacteriana. Entretanto, como pode ser visto na Figura 10C, confirmada pelo teste "Post Hoc" de Tukey (APÊNDICE X) sua variação foi significante ( $F(4, 25)=3,0177$ ,  $p=0,03685$ ) entre as estações, com valores mais elevados na estação 5 em relação às estações 1 e 2.

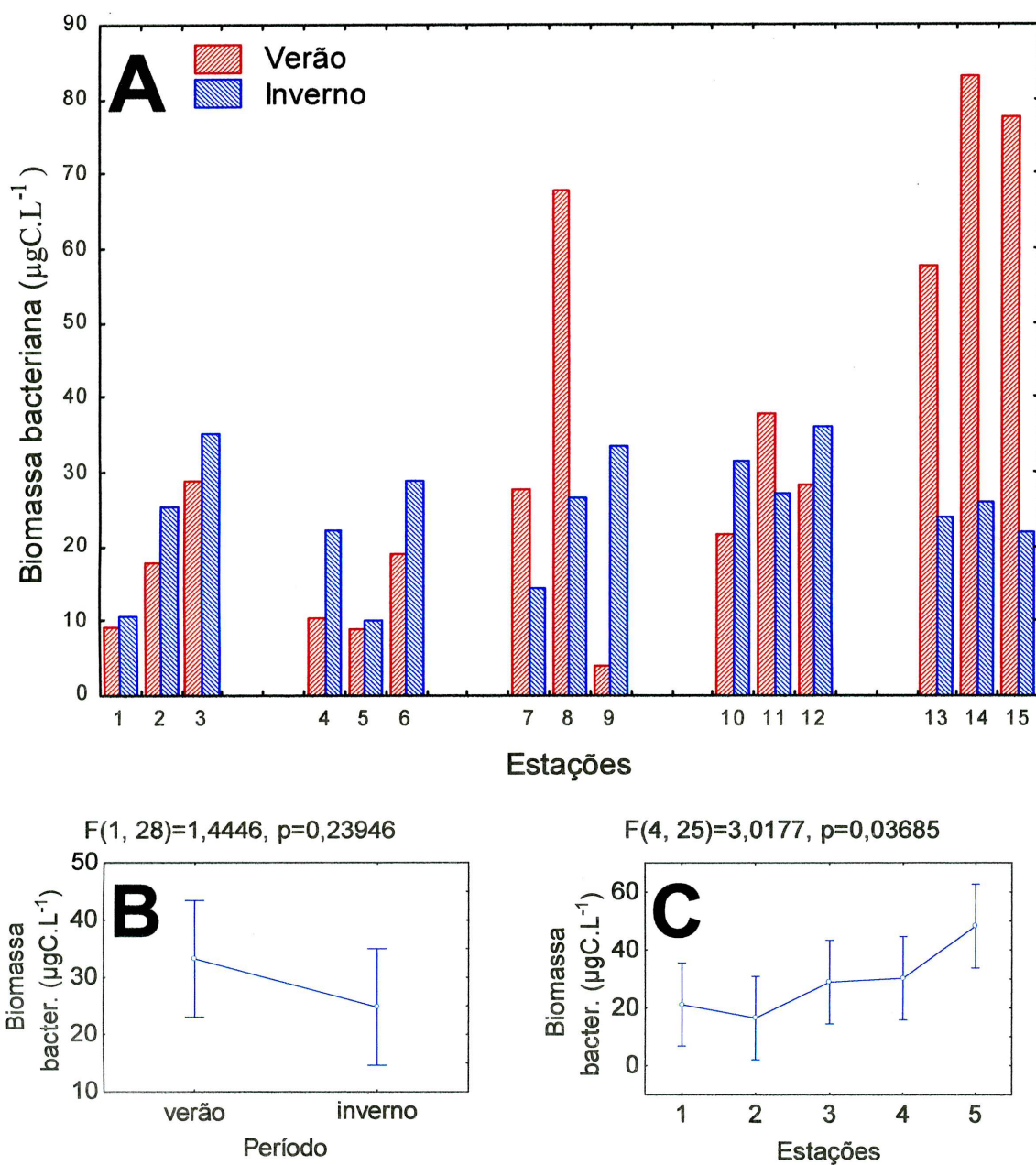


Figura 10: A) Valores absolutos da biomassa bacteriana; B) ANOVA da biomassa bacteriana ao longo do período estudado; C) ANOVA da biomassa bacteriana ao longo das estações amostradas.



### 5.2.3 Coliformes totais

No verão todas as quinze amostras tiveram o número mais provável (NMP) de coliformes totais superior a 4.839,2 NMP.100 mL<sup>-1</sup>. No inverno o mínimo foi de 1.732,8 NMP.100mL<sup>-1</sup> no ponto 1 (amostra 1) e o máximo (12.098 NMP.100mL<sup>-1</sup>) no ponto 4 (amostra 12) (Fig. 11A).

Conforme pode ser visto nas figuras 11B e C a variação de coliformes totais não foi significativa entre as estações ( $F(4, 25)=2,1525$ ,  $p=0,10397$ ) e nem em relação ao período estudado ( $F(1, 28)=0,20987$ ,  $p=0,65040$ ).

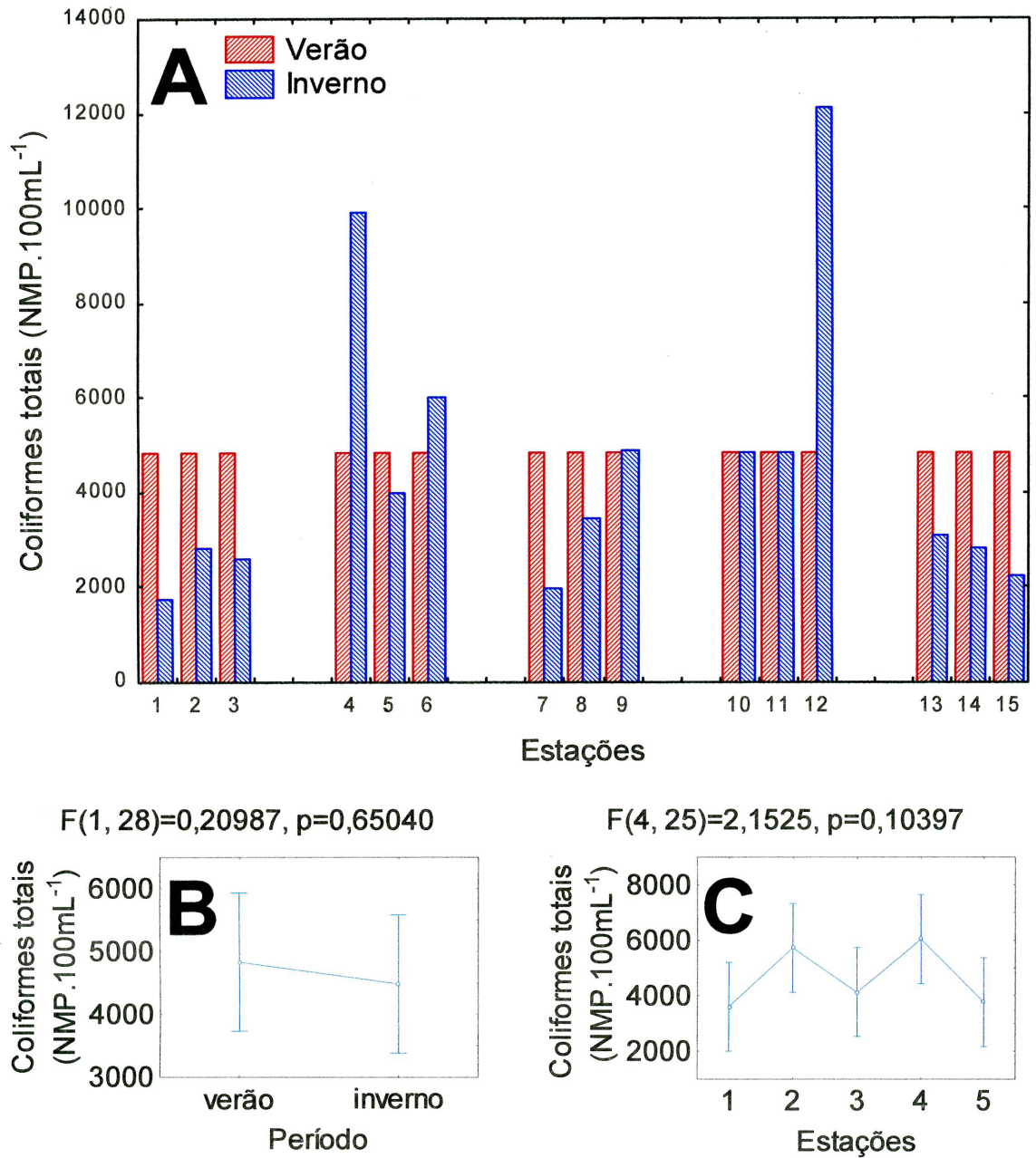


Figura 11: A) Valores absolutos dos coliformes totais; B) ANOVA dos coliformes totais ao longo do período estudado; C) ANOVA dos coliformes totais ao longo das estações amostradas.

#### 5.2.4 *E. coli*

Como pode ser observado na figura 12A, no verão o mínimo de *E. coli* (581,8 NMP. 100mL<sup>-1</sup>) foi encontrado no ponto 3 (amostra 8) e o máximo (> 4.839,2 NMP. 100mL<sup>-1</sup>) no ponto 1 (amostra 1) e em todas as amostras no ponto 4. No inverno o mínimo (142,4 NMP. 100mL<sup>-1</sup>) ocorreu no ponto 1 (amostra 3) e o máximo (> 4839,2 NMP. 100mL<sup>-1</sup>) no ponto 4 (amostra 11).

Conforme pode ser visto na Figura 12B a variação de *E. coli*, não foi significativa ( $F(1, 28)=3,2691$ ,  $p=0,08135$ ) entre os períodos estudados. Entretanto entre as estações houve variabilidade significativa ( $F(4, 25)=14,533$ ,  $p= 3,14 \text{ E-}10$ ) destes microrganismos (Fig. 12C).

O teste "Post Hoc" de Tukey (Anexo XI) mostrou que a quantidade de *E. coli* na estação 1 variou significativamente em relação às quantidades das estações 2, 3 e 4; as das estações 2 e 3 em relação às das estações 4 e 5 e as da estação 4 em relação às da estação 5 (APÊNDICE XI).

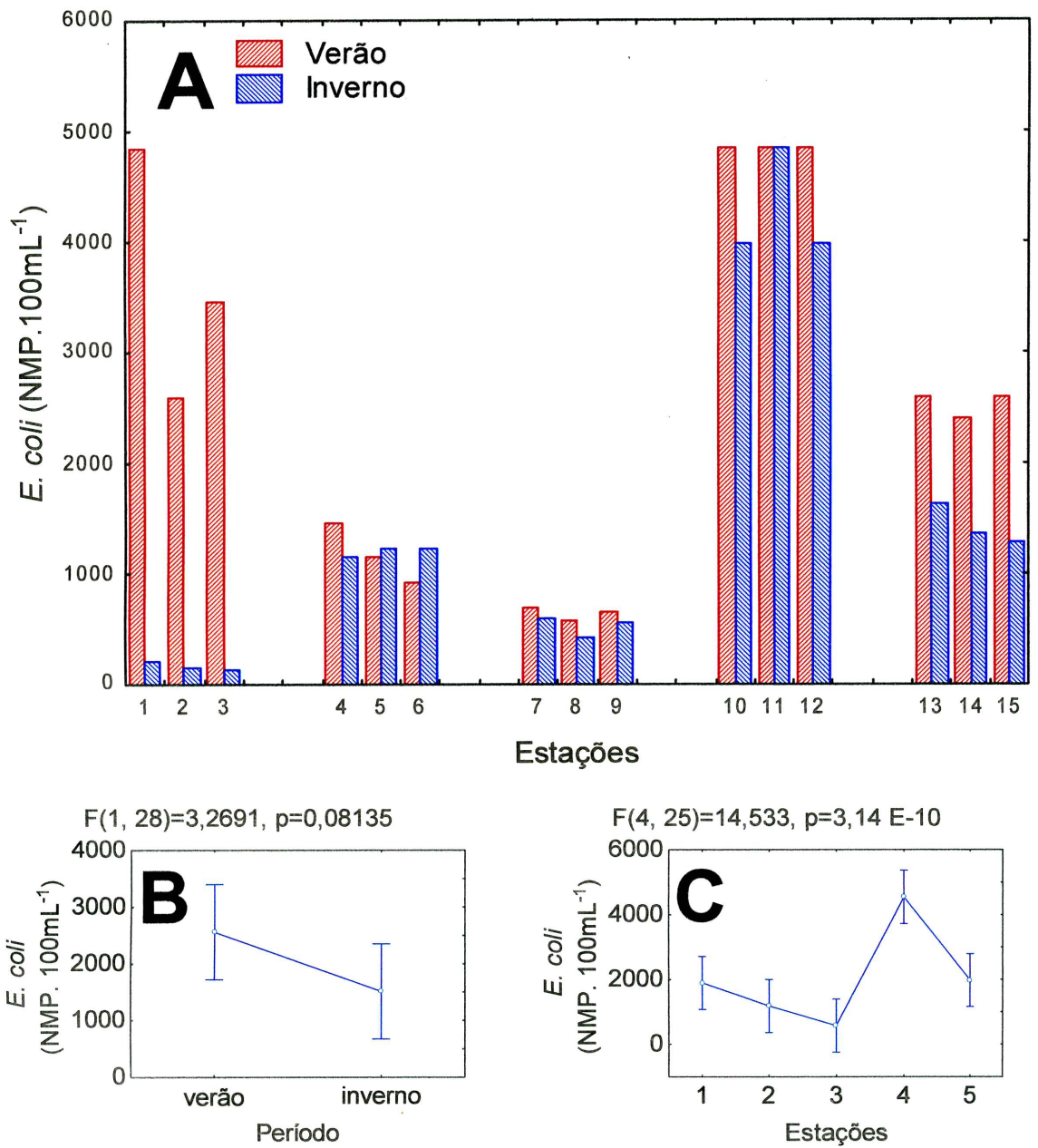
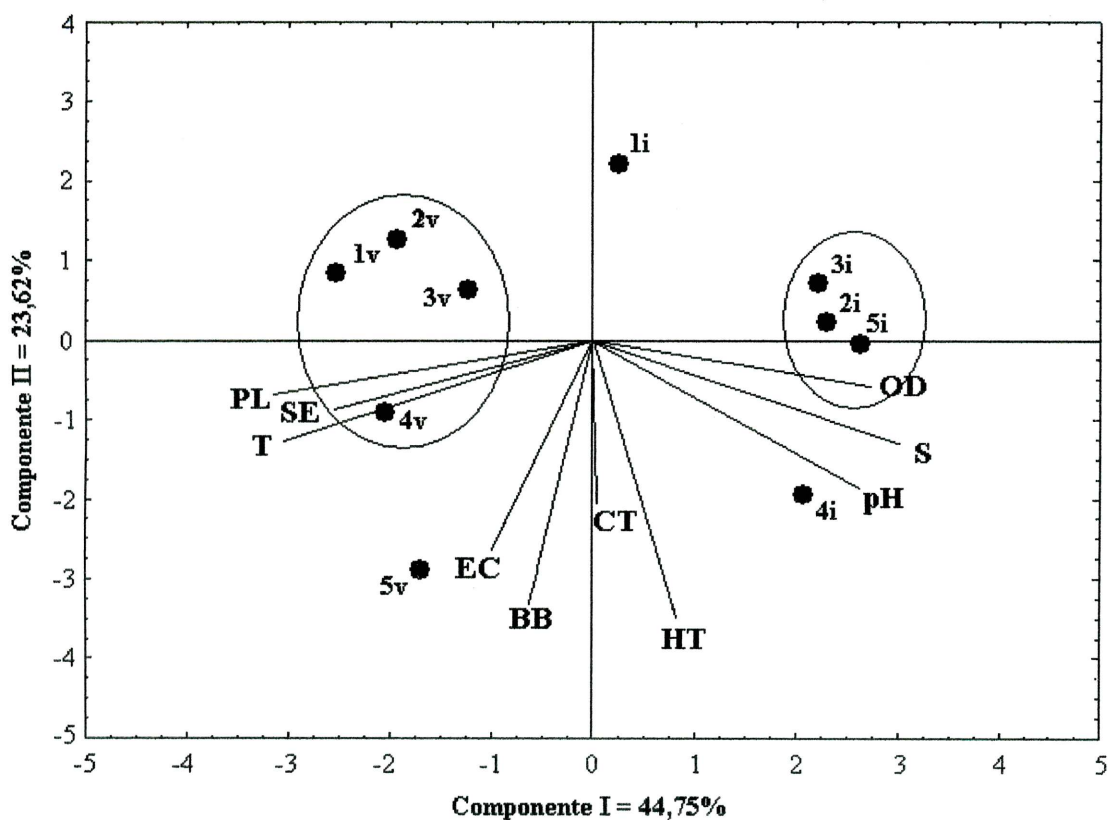


Figura 12: A) Valores absolutos de *E. coli* ; B) ANOVA de *E. coli* ao longo do período estudado; C) ANOVA de *E. coli* ao longo das estações amostradas.

### 5.3 Análise dos Componentes Principais



**Legenda:** S = salinidade; pH = potencial hidrogeniônico; OD = oxigênio dissolvido; SE = seston; T = temperatura; PL = pluviosidade; HT = bactérias heterotróficas totais; BB = biomassa bacteriana; CT = coliformes totais; EC = *Escherichia coli*.

Figura 13: Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais.

A análise dos componentes principais está graficamente representada na Figura 13. O primeiro componente explicou 44,75% da variabilidade e mostrou correlação direta do inverno com o oxigênio dissolvido, pH e salinidade e inversa com a temperatura, seston e pluviosidade. Resultados contrários foram observados no verão.

O segundo componente explicou 23,62% da variabilidade e mostrou correlação direta das bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli* na estação 5 no verão, e inversa na estação 1 no inverno (Figura 13). O primeiro componente mais o segundo explicaram 68,37% da variabilidade total.

## 6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Algumas cidades litorâneas do Brasil estão tendo sua paisagem alterada devido ao grande e rápido crescimento, aumentando os fatores de risco de poluição e eutrofização das águas YONEDA (2004). Isto traz implicações sobre as comunidades planctônicas, uma vez que a biodiversidade está relacionada com a poluição e contaminação das águas, notadamente com o aporte de matéria orgânica particulada e dissolvida, alterando o balanço dos nutrientes. Com o desequilíbrio pode haver um processo de enriquecimento de nutrientes, causando a eutrofização, o que pode favorecer o crescimento de espécies oportunistas em detrimento de outras mais frágeis. No caso do crescimento destas espécies oportunistas ser explosivo, poderá ocorrer um "bloom" ou florescimento que, dependendo da espécie, pode constituir-se um fator de risco para a saúde pública (SIQUEIRA, 2006). Estes por sua vez, ao morrerem, aumentam a quantidade de matéria orgânica no corpo d'água e, conseqüentemente, levam a um aumento de bactérias heterotróficas.

Durante a presente pesquisa puderam ser observadas características completamente diferentes dos corpos d'água estudados de uma estação do ano para outra. Enquanto no inverno, período de baixa pluviosidade, foram registrados os maiores valores de salinidade, oxigênio dissolvido e pH nas estações 2, 3, 4 e 5, estes foram baixos no verão nas estações 1, 2, 3 e 4. Resultados contrários foram observados com relação à temperatura e ao seston.

Estes resultados mostram a importância da pluviosidade nestes canais de maré. Enquanto no inverno a força da maré, com vazão no sentido jusante – montante, influenciou prioritariamente no ambiente, no verão as altas pluviosidades aumentaram a vazão da água em sentido contrário. O aumento da

vazão no sentido a jusante também provocou ressuspensão do sedimento levando a um aumento do seston neste período do ano.

Com relação às bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais *E.coli*, foi observado que seus menores valores foram registrados na estação interna do canal do DNOS (próximo ao balneário de Shangri-lá) no inverno. Nesta região ele é apenas um pequeno curso d'água, completamente assoreado e com grande quantidade de macrófitas. Os baixos valores de oxigênio dissolvido encontrados nesta região podem ainda restringir a degradação de matéria orgânica por via aeróbica.

Apesar de existirem várias casas em suas margens, os baixos valores de *E. coli* registrados nesta pesquisa indicam que estas casas devem ser de veranistas. O aumento destes microrganismos no verão sugere que neste período do ano uma quantidade maior de esgotos das casas das áreas adjacentes, sejam lançados no curso do canal tanto diretamente quanto através de um pequeno curso d'água (valeta) existente nas suas proximidades.

Os resultados mostram ainda que a grande quantidade de macrófitas das suas margens parecem não influenciar na quantidade de bactérias.

Ao contrário, os maiores valores bacterianos foram registrados junto à desembocadura do canal do DNOS no verão. Entretanto, seus altos índices não estiveram relacionados com a pluviosidade. A não correlação das bactérias heterotróficas totais com a pluviosidade também foi registrada por Andretta (1999) que estudou a variabilidade bacteriana ao longo da Gamboa do Perequê no inverno. Entretanto Andretta (1999) encontrou uma correlação positiva da pluviosidade com os coliformes totais e a *E. coli*. Strapasson (2000) estudou a variabilidade bacteriana ao longo da região do Rio Guaraguaçu influenciada pela maré e encontrou correlação negativa entre a pluviosidade e as bactérias e coliformes (incluindo *E. coli*) e Joucoski (2001) encontrou, em um estudo feito num ciclo de 24 horas na Gamboa do Perequê, correlação positiva entre a precipitação e as bactérias heterotróficas totais e negativa com os coliformes (incluindo *E. coli*). Estes resultados mostram que há diferenças pontuais de um curso d'água para outro.

Com relação à desembocadura do canal do DNOS é importante ressaltar que, além de ser uma região que recebe a somatória dos dejetos de todos os cursos d'água adjacentes, há nesta área marinas de pequeno e médio porte, algumas com prestação de serviço de alimentação. Há também lanchonetes, restaurantes, supermercado (com açougue) e pousadas, junto a um atracadouro de barcos (que recebe na alta temporada dezena de milhares de turistas), e complementando, há uma vila de pescadores onde acontece sistematicamente o manuseio de pescados, e a deposição final de águas misturadas com sangue e vísceras provenientes do tal processamento é o canal do DNOS. Assim temos a configuração de um comércio com alto potencial de geração de substância orgânica (sólida e líquida) o que pode ter levado ao alto valor de bactérias heterotróficas totais. A excessiva quantidade (em relação aos outros pontos amostrados) de *E. coli* nas águas desta região possivelmente está relacionado ao aporte de intensa carga de esgotos que são lançados, principalmente no verão, pelas atividades antrópicas descritas acima.

Os altos valores de *E. coli* registrados na Gamboa do Perequê já haviam sido referenciados por Andretta (1999). A autora sugeriu que, como este curso d'água passa pelo Balneário de Pontal do Sul, eles sejam provenientes do mesmo, já que até o momento ainda não existe coleta e tratamento de esgoto no local. Os resultados da presente pesquisa reforçam esta suposição.

Higuti *et al.* (1998) avaliaram quantitativamente, entre dezembro de 1995 e novembro de 1996, coliformes totais e fecais na Gamboa do Perequê Mirim (embora os autores a tenham denominado, de forma equivocada, como sendo o "Rio Perequê"). Entre outros, os autores analisaram águas em região próxima da estação 2 da presente pesquisa. Apesar de terem trabalhado com outra metodologia (método da diluição por tubos múltiplos) encontraram resultados semelhantes aos desta pesquisa, isto é, valores mais elevados de coliformes totais e fecais (*E. coli*) no inverno que no verão.

Apesar desta pesquisa não ter sido feita com o intuito de monitorar a balneabilidade local, não obedecendo aos pré-requisitos da Resolução 274 do CONAMA, os resultados indicam que somente as águas da estação 3 no inverno



e da estação 1 nos dois períodos do ano seriam indicadas para atividades de contato primário. Entre 1996 e 2005 o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) efetuou análises de coliformes e *E. coli* durante o verão, nas praias próximas à desembocadura do canal do DNOS e encontraram valores entre bons e regulares. Entretanto este monitoramento não teve continuidade no verão 2007/2008. Desta forma, os resultados da presente pesquisa mostram a necessidade de que seja dado seguimento ao monitoramento nesta região. Além disto, há a necessidade de estudos microbiológicos mais detalhados em todos os cursos d'água do litoral do Paraná.

Eles mostram ainda que se deva buscar o desenvolvimento sustentável, ou seja, o crescimento das populações e da economia em todas as regiões, respeitando, conservando e fazendo um uso racional dos recursos naturais. A água, fator de equilíbrio nos ecossistemas, aguarda ansiosa o reconhecimento do seu justo valor.

## 7. REFERÊNCIAS

ANDRETTA, L. **Influência da maré sobre o bacterioplâncton da Gamboa do Perequê, Pontal do Sul, Paraná.** Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 42p. 1999.

BJØRNSSEN, P. K. & KUPARINEN, A. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the southern ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 71: 185-194. In: DELILE, D. ; FIALA, M. & RAZOULS. S. 1996. Seasonal changes in bacterial and phytoplankton biomass in a subantarctic coastal area (Kerguelen Islands). *Hydrobiologia*, v. 330, p. 141-150. 1991.

BLANKENSTEYN, A. **Estrutura e análise experimental do funcionamento das associações da macrofauna benthica do manguezal e marismas da gamboa do Perequê, Pontal do Sul, PR.** Tese (Doutorado), Departamento de Zoologia, UFPR. Curitiba. 1994.

BOUROCHE, J. M. & SAPORTA, G. **Análise de dados.** Zahar Editores. Rio de Janeiro. 116pp. 1982.

CAMARGO, R. **Estudo numérico das circulações atmosférica e oceânica na região da Baía de Paranaguá**. São Paulo. 181f. Tese (Doutorado). Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo. 1998.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. **Natural Environment Research Council**, UK. 1994.

DOU. Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000. Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA. **Diário Oficial da União**. Seção 03, pág. 111, nº 202, 17/10/2008, Brasília. 2000.

GOBBI, E.F. Estudo de concepção, alternativas e viabilidade técnica do canal Matinhos-Pontal, (lagoa amarela). **Relatório – UFPR**, Setor de Tecnologia. 1995.

GRASSHOFF K., EHRHARDT M., KREMLING K. **Methods of Seawater Analysis**, 2<sup>nd</sup>, Verlag Chemie, Weinheim: 419p. 1983.

GREENBERG, A. E.; TRUSSELL, R. R.; CLESCERI, L. S. **Standard Methods. For the examination of water and wastewater**. 16. ed. New York: American Public Health Association. 1985.

HIGUTI, I.H.; MACENA, I.R.; MASUNARI, S.; BRANCO FILHO, M.O.; BLASKOWSKI, M. M. M. & NASCIMENTO, A.J. Occurrence of coliforms in water samples of the Perequê and Penedo rivers in Paraná, Brazil. **Braz. Archiv. Biol. Technol.** 41(4):417-422. 1998.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná.

<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=97> – Acessado em 26.11.2008.

JOUCOSKI, J. **Variação temporal de bactérias, ao longo de um ciclo de maré de sizígia, em um ponto fixo da Gamboa do Perequê – PR**. 41p. Monografia de especialização (Curso de pós-graduação em Biologia Marinha: ênfase em Ecossistemas Costeiros) - Universidade Vale do Itajaí. Itajaí. 2001.

KOLM, H. E. & ABSHER, T. M. Spatial and temporal variability of saprophytic bacteria in the surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 308, p. 197-206. 1995.

KOLM, H. E. & LESNAU, N. M. Variação espacial e temporal de bactérias saprófitas na coluna d'água da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 40, n. 2, p. 383-395. 1997.

KOLM, H. E.; ANDRETTA, L. Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal do Sul, Paraná, Brazil. **Braz. J. Microbiol.**, v. 34, n. 2, p. 97-103. 2003.

KOLM, H. E.; SCHOENENBERGER, M. F. B.; PIEMONT, M. R.; SOUZA, P. S. A.; SCHNELL E SCÜHL, G; MUCCIATTO, M. B. & MAZZUCO, R. Variação espacial de bactérias em águas superficiais das Baías de Paranaguá e Antonina, Paraná, Brasil. In: **VII CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE CIÊNCIAS DO MAR**, Santos, SP. Resumo expandido. p. 54-56. 1997.

LAMOUR, M. R. **Morfodinâmica sedimentar da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR.** 176p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.

LANA, P. da C., ALMEIDA, M.V.O., FREITAS, C.A.F., COUTO, E. da C.G., CONTI, L.M.P., GONZALEZ-PERONTI, A.L., GILLES, A.G., LOPES, M.J. de S., SILVA, M.H.C. da. & PEDROSO, L.A. Estrutura espacial de estruturas macrobênticas sublitorais da Gamboa Perequê (Pontal do Sul, Paraná.). **Nerítica.** v.4, p. 119-136. 1989.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. **Numerical Ecology.** Elsevier Scientific. Publ. Company. Amsterdam-Oxford-New York: 217p. 1983.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology.** A primer methods and computing. John Wiley & Sons. 1988.

MANTOVANELLI, A. **Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem.** 152p. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1999.

MARONE, E., PAULA PRATA JÚNIOR, v. de; KLINGUENFUSS, M.S.; CAMARGO, R. de. Correntes de deriva no litoral paranaense: um caso de estudo. In: **VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR**, Mar Del Plata, Argentina. Resumos. p.129. 1995.

MARONE, E.; DE CAMARGO, R. Efeitos não lineares na maré do Rio Perequê, PR. Anais... **V ESCOLA DE SÉRIES TEMPORAIS E ECOMETRIA.** São Paulo, Brasil. 1993.

MARONE, E.; GUIMARÃES, M.R.F.; CAMARGO, R.; PRATA JUNIOR, V.P.; KLINGENFUSS, M.S. Caracterização física das condições oceanográficas, meteorológicas e costeiras das zonas estuarinas da baía de Paranaguá. In: **VI CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIENCIAS DEL MAR**, Mar del Plata, Argentina. Resumos. p. 129. 1995.

MARONE, E.; D. JAMIYANAA. Tidal characteristics and a numerical model for the M2 tide at the Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Paraná, Brazil. **Nerítica**, Pontal do Paraná, v. 11, p. 95-107. 1997.

NOWICKI, I. L. **Bactérias na Gamboa do Maciel (Paraná, Brasil): um subsídio para o cultivo de ostras**. 47p. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) – Universidade Federal do Paraná. Pontal do Sul. 2006.

PARSONS, T. R.; MAITA, Y.; LALLI, C. M. Direct Counting of Bacteria by Fluorescence Microscopy. In: **A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis**. Pergamon Press. 173p. 1984.

PELCZAR, M.J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. v.1, 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books. 524p. 1997.

RHEINHEIMER, G. **Microbiologia de las aguas**. Edit. Acribia S.A.. Zaragoza (Espanha). 1987.

RIBEIRO, C. G.; **Bactérias de vida livre e aderidas a agregados (MPS) presentes na zona de máxima turbidez da baía de Paranaguá**. 63p. Monografia (Curso de graduação em Oceanografia) – Centro de Estudos do Mar - Universidade Federal do Paraná – Pontal do Sul. 2007.

SANEPAR **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Sistema de Esgotamento Sanitário: Faixa Litorânea - Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná** PARANÁsan.: 2002.

SHOENENBERGER, M. F. B. **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. 1998.

SIQUEIRA, A. **Componentes estruturais abiótico e biótico e caracterização do grau de trofia de gamboas do litoral sul do Paraná, Brasil**. 127p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SIQUEIRA, A.; KOLM, H. E. Bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Health and Environment Journal**, v. 6, n. 1, p. 20-28. 2005.

SIQUEIRA, A.; KOLM, H. E.; MACHADO, E. C. Avaliação da Qualidade da água de gamboas do município de Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Braz. Arch. Biol. Technol**, no prelo.

STRAPASSON, F. **Variação espaço-temporal do bacterioplâncton no setor do Rio Guaraguaçu sujeito à influência de águas costeiras**. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 38p. 2000.

YONEDA, N.T. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. Plâncton. Internet – acessado em 03/novembro/ 2008. < <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/plancton/index> > /

<[http://www.anp.gov.br/ibamaperfuracao/refere/Plâncton\\_Anexo.pdf](http://www.anp.gov.br/ibamaperfuracao/refere/Plâncton_Anexo.pdf)>

## APÊNDICE

## APÊNDICE I: Variáveis físicas, químicas e biológicas das águas coletadas.

P	E	R	T	pH	S	SE	OD	HT	BB	CT	<i>E.coli</i>	PLU
V	1	1	24	5,71	0	14,8	0	523	9,24	4839,2	4839,2	127,6
V	1	2	24	5,51	0	10,7	3,48	613	17,93	4839,2	2599,4	127,6
V	1	3	24	5,51	0	17,7	3,4	1012	28,83	4839,2	3465,8	127,6
V	2	1	24	6,11	0	10,1	13,91	519	10,28	4839,2	1454	127,6
V	2	2	24	6,22	0	44,3	15,3	346	8,88	4839,2	1158,8	127,6
V	2	3	24	6,23	0	11,5	14,04	733	18,92	4839,2	922,2	127,6
V	3	1	23,5	5,73	0	7,9	17,13	1255	27,73	4839,2	689,6	127,6
V	3	2	23,5	5,69	0	7,1	17,19	2309	67,81	4839,2	581,8	127,6
V	3	3	24	5,74	0	7,4	15,75	206	4,07	4839,2	651	127,6
V	4	1	25	6,84	3	19,6	14,27	893	21,78	4839,2	4839,2	127,6
V	4	2	25	6,92	3	19,4	6,91	1436	37,67	4839,2	4839,2	127,6
V	4	3	25	6,95	3	26,5	6,86	1008	28,2	4839,2	4839,2	127,6
V	5	1	25	6,58	2	22,3	17,82	2190	57,71	4839,2	2599,4	127,6
V	5	2	25	6,6	2	14	19,61	2955	83,08	4839,2	2406,6	127,6
V	5	3	25	6,48	2	21,7	6,65	2819	77,57	4839,2	2599,4	127,6
I	1	1	15,5	5,88	1	8,3	7,46	514	10,58	1732,8	202,4	1,2
I	1	2	16	5,9	1	7,4	8,21	1152	25,47	2827,2	162,6	1,2
I	1	3	16	5,99	1	7,1	5,58	1605	35,17	2599,4	142,4	1,2
I	2	1	16	7,25	17	3,5	24,45	1210	22,29	9931,5	1158,8	1,2
I	2	2	16	7,29	17	4,6	25,24	502	10,01	3972,6	1226,2	1,2
I	2	3	16	7,27	18	3,5	22,75	1597	28,93	6016,5	1226,2	1,2
I	3	1	16	7,14	13	3,8	28,27	873	14,41	1960,8	597,4	1,2
I	3	2	16	7,17	14	5,5	29,35	1403	26,56	3465,8	419,6	1,2
I	3	3	16,5	7,18	13	5,3	24,16	2025	33,32	4902	551	1,2
I	4	1	17,5	7,31	26	5	18,42	1955	31,45	4839,2	3972,6	1,2
I	4	2	17,5	7,35	26	3,4	18,97	1630	27,04	4839,2	4839,2	1,2
I	4	3	17,5	7,36	26	4,7	0	2251	35,97	12098	3972,6	1,2
I	5	1	18	7,6	24	9,2	36,66	1469	23,83	3106,2	1632,8	1,2
I	5	2	18	7,67	25	9,3	37,38	1552	25,95	2827,2	1373,4	1,2
I	5	3	18	7,66	25	17,1	36,25	1432	21,99	2239,8	1297,6	1,2

**Legenda:** P= período (verão – inverno); E= estações; R= réplica (n=3); T= temperatura (°C); pH= potencial hidrogênio; S= salinidade; SE= seston (mg.L<sup>-1</sup>); OD= oxigênio dissolvido (% saturação); HT= bactérias heterotróficas totais (cell.10<sup>3</sup> mL<sup>-1</sup>); BB= biomassa bacteriana (µgC.L<sup>-1</sup>); CT= coliformes totais (NMP.100mL); *E.coli*= *Escherichia coli* (NMP.100mL); PLU= pluviosidade, Σ de sete dias (mm).

APÊNDICE II – Análise “Post Hoc” de Tukey da salinidade ao longo do período estudado.

Período	{1}	{2}
Verão {1}		0,000000
Inverno {2}	0,000000	

APÊNDICE III – Análise “Post Hoc” de Tukey da temperatura ao longo do período estudado.

Período	{1}	{2}
Verão {1}		0,000151
Inverno {2}	0,000151	

APÊNDICE IV – Análise “Post Hoc” de Tukey do seston ao longo do período estudado.

Período	{1}	{2}
Verão {1}		0,000494
Inverno {2}	0,000494	

APÊNDICE V – Análise “Post Hoc” de Tukey do pH ao longo do período estudado.

Período	{1}	{2}
Verão {1}		0,000151
Inverno {2}	0,000151	

APÊNDICE VI – Análise “Post Hoc” de Tukey do pH ao longo das estações estudadas.

Estações	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1		0,000132	0,000132	0,000132	0,000132
2			0,000132	0,000132	0,000132
3				0,000132	0,000132
4					0,951381
5					

APÊNDICE VII – Análise “Post Hoc” de Tukey do oxigênio dissolvido ao longo do período estudado.

Período	{1}	{2}
Verão {1}		0,000154
Inverno {2}	0,000154	

APÊNDICE VIII – Análise “Post Hoc” de Tukey do oxigênio dissolvido ao longo das estações estudadas.

Estações	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1		0,000258	0,000141	0,155057	0,000132
2			0,833154	0,029945	0,132100
3				0,003087	0,603520
4					0,000235

APÊNDICE IX – Análise “Post Hoc” de Tukey das bactérias heterotróficas totais ao longo das estações estudadas.

Estações	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1		0,998253	0,555646	0,232355	0,005245
2			0,386881	0,139706	0,002748
3				0,967317	0,128425
4					0,362997
5					

APÊNDICE X – Análise “Post Hoc” de Tukey da biomassa bacteriana ao longo das estações estudadas.

Estações	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1		0,972538	0,846165	0,755862	0,015822
2			0,502692	0,402040	0,004170
3				0,999771	0,124881
4					0,171927
5					



APÊNDICE XI – Análise “Post Hoc” de Tukey da *E. coli* ao longo das estações estudadas.

Estações	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1		0,046596	0,000264	0,000132	0,996436
2			0,109451	0,000132	0,022184
3				0,000132	0,000186
4					0,000132
5					