

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM
RESPOSTA A HIDROQUÍMICA NO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ**

JOSÉ MAURO STERZA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ
2006

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM
RESPOSTA A HIDROQUÍMICA NO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ

JOSÉ MAURO STERZA

Tese apresentada ao Centro de
Biotecnologia e Biociências da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense como parte das exigências
para obtenção do Título de Doutor em
Ecologia e Recursos Naturais pela
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro.

Aprovada em 15 de agosto de 2006.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jean Christophe Joyeux - UFES

Prof^a. Dr^a. Marina Satika Suzuki - UENF

Prof^a. Dr^a. Ilana Rosental Zalmon - UENF

Prof. Dr. Alvaro Ramon Coelho Ovalle - UENF (Orientador)

Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes - UFES (Co-Orientador)

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM RESPOSTA A HIDROQUÍMICA NO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ

JOSÉ MAURO STERZA

Tese apresentada ao Centro de
Biotecnologia e Biociências da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense como parte das exigências
para obtenção do Título de Doutor em
Ecologia e Recursos Naturais pela
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro.

Orientador: Prof. Dr. Alvaro Ramon Coelho Ovalle
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
2006

DEDICATÓRIA

*Dedico o presente trabalho a minha
querida esposa Luciana Terra Subtil
Sterza que sempre esteve ao meu lado e
me ajudou a chegar até aqui.*

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Alvaro Ramon Coelho Ovalle pela orientação, contribuição na minha formação acadêmica e apoio dispensado.

Ao Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes pelo apoio e incentivo dispensado para que eu pudesse realizar este trabalho.

Ao MSc. Marcelo Paes Gomes pela amizade, apoio e ajuda nas análises estatísticas.

Ao Dr. Paulo Pedrosa pela criteriosa revisão e sugestões a este trabalho.

Aos técnicos Ana Paula Pedrosa, Cristiano Peixoto, Antônio Carlos Pessanha e Ivanilton pelo enorme ajuda nas coletas de campo e análises no laboratório.

Aos amigos Ricardo de Freitas Netto e Werther Khroling pela presença constante nessa caminhada, sempre apoiando e proporcionando momentos de alegria.

A minha família por me apoiar em todos os momentos me dando força e coragem para que eu nunca desistisse de lutar pelos meus objetivos.

Em especial a minha esposa Luciana Terra Subtil Sterza, que sempre me apoiou, compreendeu a minha ausência e nos momentos mais difíceis esteve sempre ao meu lado.

A Deus por ter me dado a graça de conquistar mais essa vitória me dando saúde, paz, tranquilidade e vontade de vencer.

Ao Departamento de Ecologia e Recurso Naturais/UFES e ao Laboratório de Ciências Ambientais (LCA)/UENF pelo apoio logístico nas coletas e análises de laboratório.

A Esso e a UENF pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	VII
Lista de Figuras.....	VIII
Lista de Apêndices.....	XIII
Lista de abreviaturas e siglas.....	XIV
RESUMO.....	XV
ABSTRACT.....	XVII
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - OBJETIVOS.....	6
3 – HIPÓTESES DE TRABALHO.....	6
4 – JUSTIFICATIVA.....	6
5 - MATERIAL E MÉTODOS.....	8
5.1 - Área de Estudo.....	8
5.2 - Amostragem.....	11
5.2.1 - Zooplâncton.....	16
5.2.1.1 - Análise do Zooplâncton.....	16
5.2.2 – Parâmetros Físico-Químicos, Nutrientes e Clorofila-a.....	17
5.2.2.1 - Análise da Água.....	17
5.3 - Tratamento dos Dados.....	19
5.3.1 - Diversidade, Riqueza e Equitabilidade.....	19
5.3.2 - Delineamento Estatístico.....	19
5.3.2.1 - Análise Paramétrica.....	19
5.3.2.2 - Análise de Agrupamento.....	20
5.3.2.3 - Análise Multivariada.....	20
5.3.3 - Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	20
6 - RESULTADOS.....	22
6.1 - Variáveis Ambientais.....	22
6.1.1 – Parâmetros Físico-Químicos.....	22

6.1.2 - Material Particulado em Suspensão e Clorofila-a.....	25
6.1.3 - Nutrientes Dissolvidos.....	28
6.2 - Zooplâncton.....	36
6.2.1 - Composição do Zooplâncton.....	36
6.2.2 - Riqueza de Espécies e Grupos Zooplanctônicos.....	36
6.2.3 - Abundância do Zooplâncton.....	37
6.2.4 - Diversidade e Equitabilidade do Zooplâncton.....	50
6.3 - Tratamento dos Dados.....	54
6.3.1 - Análise de Agrupamento.....	54
6.3.2 - Análise de Correspondência Canônica.....	55
7 - DISCUSSÃO.....	58
7.1 - Variáveis Ambientais.....	58
7.1.1 - Parâmetros Físico-Químicos.....	58
7.1.2 - Material Particulado em Suspensão e Clorofila-a.....	63
7.1.3 - Distribuição dos Nutrientes Dissolvidos.....	65
7.1.4 - Caracterização das Massas D'água.....	70
7.2 - Zooplâncton.....	71
7.2.1 - Composição do Zooplâncton.....	71
7.2.2 - Riqueza de Espécies.....	72
7.2.3 - Abundância do Zooplâncton.....	73
7.2.4 - Diversidade e Equitabilidade do Zooplâncton.....	77
7.3 - Estrutura da Comunidade e Variação Espaço-Temporal.....	77
8 - CONCLUSÕES.....	83
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
10 - APÊNDICES.....	102

Lista de tabelas

- Tabela I** - ANOVA referente às variáveis ambientais, MPS e clorofila-a no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média.....34
- Tabela II** - ANOVAS referente às variáveis ambientais, MPS, clorofila-a, razão NID:PID e SID:NID no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média. ns= não significativo...35
- Tabela III** - ANOVAS sobre os valores de abundância do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média. ns.= não significativo.....51
- Tabela IV** - ANOVAS sobre os valores de abundância do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média. ns= não significativo.....52
- Tabela V** - ANOVAS sobre os índices de riqueza, diversidade, equitabilidade, abundância total e dos principais grupos zooplanctônicos no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média.....53
- Tabela VI** - Autovalores e percentuais de explicação da variação obtida na ACC....56
- Tabela VII** - Valores de correlações das variáveis ambientais com os eixos.....56
- Tabela VIII** – Valores de referência para nutrientes de estuários (Adaptado de Meybeck *et al.*, 1976; Grasshoff *et al.*, 1983).....68
- Tabela IX** - Número de espécies de Copepoda encontrados em outros estudos.....73

Lista de Figuras

- Figura 1** – Valores pluviométricos totais mensais para a estação de Campos dos Goytacazes no período de setembro de 2002 a agosto de 2003 e média mensal dos últimos 10 anos (Fonte: www.inmet.gov.br).....9
- Figura 2** – Valores de descarga quinzenal do rio Paraíba do Sul para a estação de Campos dos Goytacazes no período de setembro de 2002 a agosto de 2003 e média dos últimos 10 anos. (Fonte: Banco de dados do Laboratório de Ciências Ambientais - LCA).....9
- Figura 3** - Área de estudo. Estuário do rio Paraíba do Sul. Seta 1 corresponde ao transecto do canal principal. Seta 2 corresponde ao transecto do canal secundário de Gargaú.....10
- Figura 4** – Localização das estações de amostragem durante a coleta piloto na região interna do estuário e na pluma estuarina.....11
- Figura 5** – Dendogramas resultantes da análise de agrupamento das estações de coleta na região da pluma estuarina com os valores de salinidade de fundo. PT=pluma transecto. O primeiro número corresponde ao transecto (1 a 5) e o último a réplica do mesmo (1 a 4). Ex: PT31: Pluma transecto 3,replica 1.....12
- Figura 6** - Interpolação dos valores de salinidade de fundo na pluma.....13
- Figura 7** - Dendogramas resultantes da análise de agrupamento das estações de coleta na região interna do estuário do canal principal com os valores de salinidade de fundo. EI= estuário interno.....14
- Figura 8** - Interpolação com os valores de salinidade de fundo no estuário interno.....14
- Figura 9** - Localização das estações de coleta no estuário interno e externo do rio Paraíba do Sul.....15
- Figura 10.** Variação do nível de maré de sizígia ao longo do dia (Setas indicam período de amostragem).....16
- Figura 11** - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de salinidade, temperatura e porcentagem

<p> saturação do oxigênio (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003..... </p>	<p> 23 </p>
<p> Figura 12 - Interpolação dos valores médios de salinidade e temperatura (°C) nos meses de janeiro e agosto de 2003..... </p>	<p> 24 </p>
<p> Figura 13 - Interpolação dos valores médios de saturação do oxigênio e alcalinidade (meq/L) nos meses de janeiro e agosto de 2003..... </p>	<p> 24 </p>
<p> Figura 14 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de alcalinidade, pH e transparência da água ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003..... </p>	<p> 26 </p>
<p> Figura 15 - Interpolação dos valores de transparência da água (m) e pH nos meses de janeiro e agosto de 2003..... </p>	<p> 27 </p>
<p> Figura 16 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de material particulado em suspensão e clorofila-a ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003..... </p>	<p> 27 </p>
<p> Figura 17 - Interpolação dos valores médios das concentrações de material particulado em suspensão (mg/L) e clorofila-a (µg/L) nos meses de janeiro e agosto de 2003..... </p>	<p> 28 </p>
<p> Figura 18 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de sílica, ortofosfato e amônio ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003..... </p>	<p> 30 </p>
<p> Figura 19 - Interpolação dos valores médios das concentrações (µM) de sílica e ortofosfato nos meses de janeiro e agosto de 2003..... </p>	<p> 31 </p>
<p> Figura 20 - Interpolação dos valores médios das concentrações (µM) de amônia e nitrito nos meses de janeiro e agosto de 2003..... </p>	<p> 31 </p>

Figura 21 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de valores de nitrito, nitrato e NTD ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	32
Figura 22 - Interpolação dos valores médios das concentrações (μM) de nitrato e nitrogênio total dissolvido (NTD) nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	33
Figura 23 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores da razão NID:PID ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	33
Figura 24 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores da razão Si:NID ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	34
Figura 25 - Mediana, percentil, máximo e mínimo dos valores de riqueza de táxons ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	37
Figura 26 - Abundância relativa (%) dos principais grupos zooplantônicos.....	37
Figura 27 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total do zooplâncton ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	38
Figura 28 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de <i>P. parvus</i> (a), <i>O. hebes</i> (b) e <i>Bestiolina</i> sp (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	40
Figura 29 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m^{-3}) dos copépodes <i>P. parvus</i> e <i>O. hebes</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	41
Figura 30 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m^{-3}) dos copépodes <i>Bestiolina</i> sp e <i>T. turbinata</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	41

Figura 31 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de <i>T. turbinata</i> (a), <i>A. lilljeborgi</i> (b) e <i>A. tonsa</i> (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	42
Figura 32 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m ⁻³) dos copépodes <i>A. lilljeborgi</i> e <i>A. tonsa</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	43
Figura 33 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de <i>P. crassirostris</i> (a), <i>C. speciosus</i> (b) e <i>E. acutifrons</i> (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	44
Figura 34 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m ⁻³) dos copépodes <i>P. crassirostris</i> e <i>C. speciosus</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	45
Figura 35 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m ⁻³) do copépode <i>E. acutifrons</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	45
Figura 36 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de <i>N. conifer</i> (a) e <i>T. crassus</i> (b) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	47
Figura 37 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m ⁻³) dos copépodes <i>N. conifer</i> e <i>T. crassus</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	47
Figura 38 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de <i>M. micrura</i> (a) e <i>S. vetalus</i> (b) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	48
Figura 39 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m ⁻³) dos cladóceros <i>M. micrura</i> e <i>S. vetalus</i> nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	48
Figura 40 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de Caridae (a) e Pteropoda (b) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	49

Figura 41 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m ⁻³) de Caridae e Pteropoda nos meses de janeiro e agosto de 2003.....	49
Figura 42 - Mediana, percentil, máximo e mínimo dos valores de diversidade (a) e equitabilidade (b) da comunidade zooplanctônica ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.....	50
Figura 43 - Dendograma resultante da análise de agrupamento entre as espécies e grupos mais abundantes (Modo R) em função do número de indivíduos.....	55
Figura 44 - Análise de correspondência canônica (ACC). A= distribuição das espécies; B= distribuição das coletas. Símbolo: A letra corresponde ao mês de coleta (J - janeiro, F - fevereiro; M - março; A - abril, MY - maio; JN - junho; JL - julho; AG - agosto; S - setembro; O - outubro; N - novembro e D - dezembro). Já os números correspondem às estações de coleta (1 a 9).....	57
Figura 45 - Zonas estuarinas de acordo com o gradiente salino no estuário do rio Paraíba do Sul no período seco e chuvoso. ZF= zona fluvial; ZM= zona de mistura; ZC= zona costeira.....	60

Lista de Apêndices

Apêndice 1 - Valores médios na coluna d'água das variáveis físico-químicas obtidas ao longo dos meses nas estações de amostragem.....	103
Apêndice 2 - Valores médios na coluna d'água dos nutrientes e clorofila-a obtidos ao longo dos meses nas estações de amostragem.....	107
Apêndice 3 - Inventário do zooplâncton no sistema estuário do Rio Paraíba do Sul.....	111
Apêndice 4 - Abundância das espécies e grupos zooplanctônicos dominantes (Ind.m ⁻³) ao longo dos meses nas estações de amostragem.....	117

Lista de abreviaturas e siglas

Alcalin. - Alcalinidade.

ACC - Análise de Correspondência Canônica.

Clh-a – Clorofila a.

H' - Índice de diversidade de Shannon-Wiener.

H₄SiO₄ - Sílica.

Ind.m⁻³ - Indivíduos por metro cúbico de água filtrada.

MPS - Material Particulado em Suspensão.

N - Nitrogênio.

N₂ - Nitrogênio gasoso.

N-NO₃⁻ - Nitrato.

N-NO₂⁻ - Nitrito.

N-NH₄⁺ - Nitrogênio amoniacal.

NOD - Nitrogênio orgânico dissolvido.

NTD - Nitrogênio total dissolvido.

O.D. - Oxigênio dissolvido.

P - Fósforo.

P-PO₄³⁻ - Ortofosfato.

RPS - Rio Paraíba do Sul.

Si - Sílica.

spp - Espécies.

Temp. - Temperatura.

Transp. - Transparência.

RESUMO

Com o objetivo de determinar a composição, variação sazonal e estrutura populacional do zooplâncton, relacionando-o com a hidroquímica no estuário do Rio Paraíba do Sul, RJ, foram coletadas 108 de amostras zooplâncton em nove estações entre setembro de 2002 e agosto de 2003, utilizando-se uma rede de plâncton cilíndrico-cônica de 200 micrômetros de malha. Parâmetros físico-químicos como salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade, pH, além de nutrientes dissolvidos como N-NO_3^- , N-NO_2^- , N-NH_4^+ , NTD, P-PO_4^{3-} , H_4SiO_4 , MPS e clorofila *a* foram determinados em cada estação na superfície e fundo. O estuário se caracterizou por apresentar duas regiões distintas quanto à distribuição dos parâmetros hidroquímicos: uma região interna sob influência do aporte continental, onde a hidroquímica é caracterizada pelos altos valores de nutrientes, temperatura e oxigênio; e uma região externa onde prevalece a influência das águas costeiras com altos valores de salinidade, alcalinidade, pH e transparência da água. As concentrações dos nutrientes como N apresentaram-se elevadas principalmente no período chuvoso da região. As elevadas concentrações de nitrito e amônia encontradas no limite da pluma estuarina provavelmente ocorrem em função da existência de elevada atividade bacteriana que ocorre no local promovendo a oxidação de amônia em nitrito, além da existência de um vórtice ciclônico no local que promove a ressuspensão dos nutrientes para a coluna d'água. O zooplâncton apresentou organismos holoplanctônicos e meroplanctônicos, sendo Copepoda o mais abundante e com o maior número de espécies (54). *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Temora turbinata*, *Bestiolina* sp, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Notodiaptomus conifer*, *Thermocyclops crassus*, *Moina micrura* e *Simocephalus vetulus* foram as espécies mais abundantes. As maiores abundâncias ocorreram durante o inverno e as menores no verão. A comunidade zooplanctônica apresentou um padrão de distribuição espacial onde, para as zonas estuarinas, em função da salinidade, pôde-se identificar *T. turbinata*, *E. acutifrons*, *P. parvus* e *P. crassirostris* como espécies indicadoras de massa d'água da zona costeira. Já *A. lilljeborgi*, *A. tonsa*, *O. hebes* e *Bestiolina* sp estiveram mais associadas às estações da zona de mistura. *S. vetulus*, *M. micrura*, *T. crassus* e *N. conifer* estiveram associados a águas do estuário interno na zona fluvial. A manutenção do padrão espacial é influenciada pela variação da salinidade que produz um gradiente horizontal no estuário, delimitando as zonas estuarinas, e conseqüentemente a distribuição das espécies. A

distribuição dos nutrientes não parece influenciar diretamente a comunidade zooplanctônica, uma vez que o aumento das suas concentrações não levou a um aumento da abundância do zooplâncton. O fator que parece estar relacionado com a abundância e distribuição do zooplâncton é a transparência da água, influenciando a quantidade de luz que penetra na coluna d'água, além da redução dos valores de salinidade que ocorre em função da maior vazão fluvial e conseqüentemente da diminuição do tempo de residência da água.

ABSTRACT

In order to define the zooplankton composition, seasonal variation and population structure, related with the hydrochemistry in the Paraíba do Sul River estuary, RJ, 108 samples of zooplankton were collected in nine stations, between August of 2002 and September of 2003, using a conical plankton net with a 200 micron mesh size. Environmental data (e.g. salinity, temperature, dissolved oxygen, alkalinity and pH) along with dissolved nutrients such as N-NO_3^- , N-NO_2^- , N-NH_4^+ , NTD, P-PO_4^{3-} , H_4SiO_4 , SPM and chlorophyll-a were determined at surface and button. The estuary was characterized by two distinct regions when considering the distribution of hydrochemical parameters: one inner region under the influence of continental water, where the hydrochemistry is characterized by high nutrient concentrations, temperature and oxygen values; and one outer region where the influence of coastal waters predominate with high values of salinity, alkalinity, pH and water transparency. Nutrient concentrations, such as N, had higher values mainly in the wet season. High nitrite and ammonium concentrations found at the limit of the estuarine plume are may be due to the existence of high bacteria activity that occur in this region promoting the ammonium and nitrite oxidation, as well as the existence of a local cyclonic eddy that promotes the resuspension of nutrients to the water column. Zooplankton presented holoplanktonic and meroplanktonic organisms, being copepods the most abundant group with the highest number of species (54). *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Temora turbinata*, *Bestiolina* sp, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Notodiaptomus conifer*, *Thermocyclops crassus*, *Moina micrura* and *Simocephalus vetulus* were the most abundant species. The highest abundances occurred in the winter and the lowest in the summer. The zooplankton community showed a spatial distribution pattern where, in the estuarine zones, due to salinity, *T. turbinata*, *E. acutifrons* *P. parvus* and *P. crassirostris* were identified as indicator species of the coastal zone water mass. *A. lilljeborgi*, *A. tonsa*, *O. hebes* e *Bestiolina* sp were associated with the stations of the mixture zone. *S. vetulus*, *M. micrura*, *T. crassus* e *N. conifer* were associated to the inner estuary waters at the river zone. The maintenance of this spatial pattern is influenced mainly by the salinity variation that produces a horizontal gradient in the estuary, delimiting the estuarine zones and, consequently, the species distribution. The nutrients distribution does not seem to influence the zooplankton community directly, once the increase in these concentrations does not lead to an increase in zooplankton abundance. The factor that seems to relate in the distribution

and abundance of the zooplankton is transparency of water, influencing the light availability that pass through the water column, along with the reduction of the salinity values that occur due to a high river water flow and, consequently, the decrease in water residence time.

1 - INTRODUÇÃO

Os estuários constituem uma importante região de transição entre ambientes terrestres e marinhos, sendo os rios as principais vias de transporte dos produtos da lixiviação dos continentes para os estuários e águas costeiras (Garrels e Mackenzie, 1971). Em geral, as águas estuarinas são biologicamente mais produtivas do que as fluviais e do que o oceano adjacente, devido às características hidrodinâmicas da circulação que, retendo nutrientes, estimula a produção nestes corpos d' águas (Miranda *et al.*, 2002), favorecendo uma alta produtividade biológica e teores elevados da biomassa auto e heterotrófica (Nixon, 1981).

Pritchard (1955) define estuário como sistemas costeiros semifechados com uma conexão livre com o oceano aberto, onde a água do mar é diluída pela água doce proveniente de uma bacia de drenagem. Além disso, os classifica em três tipos de acordo com os processos de entrada e difusão do sal no sistema: O tipo A é altamente estratificado e dominado pelo fluxo do rio; o tipo B é parcialmente estratificado e dominado pelo fluxo fluvial e pela maré; e o tipo C é verticalmente homogêneo e dominado pela força da maré. O termo estuário é utilizado para indicar a região interior de um ambiente costeiro, onde ocorre o encontro das águas fluviais com as do mar, transportadas pelas correntes de maré, estendendo-se rio acima até o limite de influência das mesmas. Alguns autores também incluem a região da plataforma continental adjacente, que recebe a chamada pluma estuarina, como parte integrante do sistema estuarino (Miranda *et al.*, 2002).

Considerando a definição de Miranda *et al.* (2002), o estuário pode ser dividido em três zonas distintas: Zona de maré do rio – parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero, mas sujeito à influência física da maré; Zona de mistura – porção onde ocorre a mistura da água doce com a água do mar; Zona costeira – região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina, que delimita a camada limite costeira (Miranda *et al.*, 2002). As zonas do rio e de mistura correspondem ao estuário interno da definição clássica de Pritchard (1955). A zona costeira pode então ser chamada de estuário externo, pelo fato de que essa região da plataforma continental está sob a influência direta da pluma estuarina (Miranda *et al.*, 2002).

Na zona de mistura do estuário do tipo A, por exemplo, há uma acentuada variação longitudinal e vertical de salinidade, com as isohalinas em forma de cunha, denominada cunha salina. Na transição entre as zonas de mistura e a região costeira está localizada a entrada ou boca do estuário e a partir dessa região, na

plataforma continental, observa-se a zona costeira formada pela pluma estuarina, que se delimita na superfície com a massa d' água costeira. Os limites entre as diferentes zonas são dinâmicos, apresentando variabilidade espacial e temporal ao longo do estuário em diferentes escalas, buscando um equilíbrio em resposta a intensidade das diferentes forçantes, como descarga fluvial, altura da maré, vento e circulação costeira (Miranda *et al.*, 2002). A pluma estuarina é uma área costeira do mar a qual é significativamente influenciada por descargas terrestres via estuários. Além disso, as plumas estuarinas são como estuários, ou seja, regiões altamente dinâmicas com significantes gradientes de salinidade (Morris *et al.*, 1995, apud Sierra *et al.*, 2002).

A hidrodinâmica da maré tem forte efeito na composição e zonação dos organismos residentes e temporários no hábitat pelágico. Em combinação com a descarga dos rios, influencia a regulação das populações planctônicas por translocação dos indivíduos de um lugar para outro dentro do estuário ou até mesmo para fora (Villate, 1997; Wooldrige e Callahan, 2000). As águas estuarinas são caracterizadas por uma alta turbidez, turbulência e fortes correntes de maré, resultando em um ambiente no qual os organismos precisam apresentar adaptações específicas. Isto, junto com a limitada troca com águas costeiras, resulta no desenvolvimento de uma comunidade pelágica distinta (Mckinnon e Klumpp, 1998).

As marés desempenham um papel importante no funcionamento de muitos sistemas costeiros, sendo responsáveis por notáveis mudanças como efeitos de marés de sizígia e quadratura, além de mudanças em curto prazo, como efeitos diários de marés altas e baixas. Contudo, as marés não são somente responsáveis pelos padrões de distribuição, mas também por eventos dinâmicos de sobrevivência de populações endêmicas através de exportação e redução de seus estoques populacionais. Estes efeitos das variações de maré na regulação do zooplâncton estuarino podem ser especialmente relevantes em pequenos sistemas onde fortes descargas dos rios podem ocorrer (Kennish, 1990).

A comunidade planctônica consiste de uma grande variedade de organismos desde bactérias até ovos e larvas de peixes. Assim, a produção primária é transferida para níveis tróficos superiores através do zooplâncton. O plâncton estuarino precisa ser capaz de responder às grandes mudanças físico-químicas do ambiente, o que impõe padrões diários e sazonais de distribuição, influenciando assim a dinâmica das populações. Todos esses fatores ambientais e biológicos restringem a variedade de espécies do zooplâncton quando comparado com áreas

marinhas, mas os elevados níveis de produção primária fazem com que essas espécies de zooplâncton sejam abundantes. O zooplâncton de estuário é composto basicamente por Copepoda e por outros grupos menos abundantes como Chaetognatha, Appendicularia e larvas meroplanctônicas (Summerhayes e Thorpe, 1998). Áreas de influências costeiras, intermediárias e de água doce influenciam o desenvolvimento relativo de populações estuarinas e neríticas através de variações da salinidade (Tundisi, 1970; Lansac Tôha e Lima, 1993; Lopes, 1994).

O componente espacial atua na estrutura da comunidade, onde a zona de mistura, mais influenciada por águas costeiras, exibe uma maior heterogeneidade na composição de espécies do que a zona fluvial, além de mudanças na abundância e composição (Summerhayes e Thorpe, 1998). Os copépodes geralmente dominam no interior do estuário e chegam a diminuir em até 50% do total da população na região de entrada do mesmo (Nascimento-Vieira e Sant'-Anna, 1989; Summerhayes e Thorpe, 1998). Copépodes marinhos podem suportar grandes variações de salinidade, mas quanto ao aspecto reprodutivo, sua tolerância a essas variações é menor. Espécies marinhas eurihalinas residem próximas à saída de baías, mas dentro dos estuários sua reprodução não é suficiente para manter suas populações. Estas espécies se distinguem das tipicamente estuarinas por atingirem o máximo de reprodução em águas costeiras (Jeffries, 1962).

Segundo Kennish (1986a) e Summerhayes e Torpe (1998), em estuários, os copépodes, por exemplo, passam por variações de distribuição espaço-temporal em resposta às variações de fatores bióticos e abióticos como fluxo fluvial, disponibilidade de alimento e temperatura da água. Recentes estudos têm comprovado essas influências dos fatores abióticos, como variações na hidroquímica estuarina, onde as concentrações de nutrientes podem afetar a produtividade da comunidade planctônica (Mozetic *et al.*, 1998; Sierra *et al.*, 2002; Davies, 2004; Froneman, 2004; Lawrence *et al.*, 2004; Rawlinson *et al.*, 2005). O acúmulo de nutrientes nas águas traduz, freqüentemente, mudanças na comunidade planctônica, como queda da biomassa fitoplanctônica associada ou não ao desenvolvimento subsequente de zooplâncton. Já a diminuição das concentrações dos nutrientes até valores não detectáveis pelos procedimentos analíticos clássicos, pode ser resultante de um brusco desenvolvimento do fitoplâncton (Carmouze, 1994). Além disso, o zooplâncton participa da produção de compostos orgânicos no ambiente aquático, sendo uma importante fonte de detritos de matéria orgânica particulada, como pelotas fecais, cascas de ovos, mucos e fragmentos alimentares

formando agregados que podem sedimentar até o fundo do mar, fenômeno conhecido com neve marinha. Esses agregados podem ser transformados em compostos inorgânicos por bactérias na coluna d'água ou servirem de alimento para o bentos (Libes, 1992).

As variações temporais de populações planctônicas podem apresentar-se em varias escalas, desde alternâncias de dia e noite, e variações de maior prazo, como as sazonais. As variações dentro de uma comunidade planctônica são, em grande parte, determinadas pelas taxas de crescimento, mortalidade, afundamento e migração de organismos e seus predadores, e principalmente pelo movimento das massas d'água, que regula a mistura dos nutrientes (Levinton, 1995; Youssara e Gaudy, 2001; Pereira & Soares-Gomes, 2002; Lawrence *et al.*, 2004;).

Além disso, as regiões costeiras são muito influenciadas pelos continentes e são habitadas por espécies adaptadas a variabilidades de descarga de água doce e ressurgências (Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Froneman (2004) e Tan *et al.* (2004) observaram que a circulação estuarina causa um transporte em direção ao continente de copépodes os quais tem que migrar para as camadas mais profundas. Segundo Kibirige e Perissinotto (2003), o zooplâncton caracteristicamente exibe um padrão de distribuição do interior a boca do estuário, atribuído a hidrografia, herbívoros e outros fatores. Lawrence *et al.* (2004) observaram que as variações espaciais no número de copépodes podem ser exacerbadas pelo aumento da variabilidade das descargas dos pequenos rios, os quais estão ligados ao tempo de residência das massas d'água e a distribuição da salinidade no sistema.

Segundo Uriarte & Villate (2004), em estuários, a salinidade é um fator crucial que controla o desenvolvimento do zooplâncton e sua distribuição espacial. Variações de salinidade limitam a distribuição do zooplâncton, onde espécies tolerantes a elevados valores de salinidade na entrada dos estuários, são substituídas por espécies adaptadas à baixa salinidade no interior do estuário (Tan *et al.*, 2004). Em ambientes semifechados, como baías, Rawlinson *et al.* (2005) observaram que dependendo do tipo e da direção das correntes de maré, o ambiente pode funcionar como exportador ou importador de organismos das áreas costeiras adjacentes. Estes mesmos padrões são observados em estudos como os de Villate *et al.* (1993) e Villate (1997).

No Brasil, Lopes (1996) observou em um estuário que certas espécies de copépodes são dominantes nos setores mais internos do estuário, enquanto que as estuarinos-marinhas dominam áreas de maior influência costeira. Na lagoa dos

Patos (RS) a salinidade regula a distribuição das espécies, especialmente as de água doce. A distribuição depende principalmente da dinâmica das águas. O período de enchente é caracterizado por espécies de origem marinha, enquanto no período de vazante ocorre a dominância de espécies de água doce (Montú, 1980; 1987). No estuário do Rio Una do Prelado (SP), durante a maré enchente, espécies costeiras são encontradas a montante, enquanto na maré vazante, principalmente nos períodos chuvosos, espécies de água doce invadem o estuário (Lansac Tôha e Lima, 1993).

Vários estudos em ambientes marinhos mostram que o zooplâncton é usado como indicador de grandes massas d'água, através de espécies características das mesas. Segundo Youssara & Gaudy (2001), embora os aspectos gerais das comunidades zooplanctônicas sejam relativamente monótonos, especialmente para comunidades de copépodes, alguns taxa ou espécies mostram uma preferência por um dado tipo de estrutura hidrológica, como limites de zonas intermediárias de frente de massas d'água ou giros. O deslocamento de massas d'água pode modificar as populações planctônicas. A existência de espécies planctônicas, cujas exigências ecológicas são relativamente estreitas, ao ponto de caracterizar um tipo de água particular, é a base de definição de "espécies indicadoras". Como exemplo, temos a ocorrência do copépode *Calanoides carinatus*, oriundo de águas profundas, e que durante a ressurgência em Cabo Frio, é encontrado próximo a superfície (Pereira & Soares-Gomes, 2002). Nogueira *et al.* (1999), em estudo ao longo da costa do estado do Rio de Janeiro, concluíram que o padrão de distribuição espacial do zooplâncton esteve associado ao gradiente nerítico-oceânico e ascensão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na região nerítica. Em estuários não existem grandes massas d'água, mas as zonas estuarinas de acordo com Miranda *et al.* (2002) pode ser usadas como tais e a aplicação em pequena escala em áreas estuarinas utilizando o zooplâncton com indicador dessas zonas torna-se uma ferramenta importante, que até o momento não foi aplicada.

No estuário do Rio Paraíba do Sul a distribuição da salinidade é regulada pelo fluxo fluvial, pela ação da maré e pelas correntes costeiras. A extensão da pluma do rio é determinada por vários fatores como ação dos ventos, correntes e vazão fluvial (Carneiro, 1998). No estudo de Kruger (2004) o autor observou que os nutrientes dissolvidos e particulados apresentam uma variação espacial e temporal no estuário do rio Paraíba do Sul. Estas condições certamente influenciam o zooplâncton, principalmente nos períodos de enchente e o mesmo pode ser usado como

indicador das zonas estuarinas tanto na região interna quanto na região externa. O presente estudo tem como objetivo avaliar as respostas espaciais e temporais do zooplâncton em relação a diferentes condições hidrodinâmicas e hidroquímicas pelas quais o estuário do Rio Paraíba do Sul passa. Para avaliar estas respostas é necessário que se façam várias abordagens, dentre elas: caracterização da comunidade zooplanctônica e caracterização das massas d'água através dos parâmetros físico-químicos e nutrientes, em diferentes condições de descarga fluvial.

2 - OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo avaliar as variações espaciais e temporais do zooplâncton em resposta a hidroquímica e a alguns aspectos da hidrodinâmica do estuário interno e externo do Rio Paraíba do Sul a fim de se caracterizar a comunidade zooplanctônica e usa-la como indicadora das zonas estuarinas.

Para se alcançar esses objetivos serão abordados os seguintes objetivos específicos:

- Caracterização da variabilidade espacial da comunidade zooplanctônica no estuário interno e externo em diferentes situações de descarga fluvial (período de alta e baixa vazão do RPS);
- Avaliar a variação temporal do zooplâncton ao longo do canal principal do estuário interno e externo em relação à descarga fluvial levando-se em conta a variação dos nutrientes e parâmetros físico-químicos.

3 - HIPÓTESES DE TRABALHO

1. A variação espacial e temporal da estrutura da comunidade zooplanctônica ao longo do canal principal do estuário interno e externo é relacionada com a hidroquímica estuarina, como o aporte de nutrientes dissolvidos.
2. A composição da comunidade zooplanctônica pode ser usada como indicadora das zonas estuarinas no estuário do RPS.

4 – JUSTIFICATIVA

A principal justificativa do estudo é a caracterização do zooplâncton, uma vez que nenhum trabalho foi feito na área. Segundo estudo do ministério do meio ambiente (MMA, 2002) sobre a zona costeira e marinha do Brasil, a foz do Rio

Paraíba do Sul é considerada como área de disponibilidade de informações desconhecidas. Além disso, o estudo classifica a foz do rio Paraíba do Sul como área prioritária para conservação da zona costeira incluindo a biodiversidade do plâncton e recomenda o levantamento completo das espécies endêmicas da região e definição de indicadores ecológicos adequados ao monitoramento desse ecossistema.

Outra justificativa é o desenvolvimento de novas ferramentas para monitoramento das zonas estuarinas, utilizando o zooplâncton, o que pode auxiliar nos estudos de manejo e conservação do estuário, como por exemplo, o monitoramento do avanço da cunha salina no estuário do rio Paraíba do Sul.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 - Área de Estudo

O rio Paraíba do Sul, o segundo maior rio da região sudeste do Brasil, com cerca de 1.150 km de extensão e uma área de drenagem de 57.000 km² aproximadamente, estende-se pelos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. O seu curso inferior estende-se de São Fidélis à foz, com 95 km de extensão e declividade média de 0,22m/km, atravessando a Baixada Campista correndo sobre terrenos sedimentares de origem fluvio-marinho, desembocando no oceano Atlântico, com um delta em forma de cúspide (CEIVAP, 2001). Além dos usos domésticos e industriais, os recursos hídricos da bacia atendem de maneira intensiva a agricultura, geração de energia, pesca e navegação (DNAEE, 1995).

O clima na região é quente e úmido e o regime de chuvas na bacia do rio Paraíba do Sul apresenta um período de intensa pluviosidade (novembro a janeiro), que provocam grandes cheias, e um período bem seco (julho a agosto). Os maiores índices pluviométricos ocorreram no mês de janeiro, onde a precipitação chegou a 198,8 mm (Figura 1). Já os menores índices ocorreram no mês de junho, com uma precipitação de 0,0 mm. Em relação às vazões médias, os maiores valores geralmente ocorrem nos meses de dezembro a março e os menores entre junho e outubro (DNAEE, 1995). No presente estudo foi registrado o maior e o menor pico de vazão dos últimos dez anos, com 4.624 m³/s na segunda quinzena do mês de janeiro de 2003 e 124 m³/s na segunda quinzena do mês de setembro de 2002 (Figura 2).

O estuário do rio Paraíba do Sul localiza-se na região Norte Fluminense, entre os municípios de São João da Barra e São Francisco do Itabapoana (21° 37' S e 41° 00" W). Possui a forma de um delta com uma área de sedimentação de aproximadamente 20 km de extensão e uma área aproximada de oito km² de manguezais. É formado por um canal principal que vai de São João da Barra até a desembocadura do rio e um canal secundário que se inicia a jusante de São João da Barra e desemboca no mar a nordeste (Figura 3).

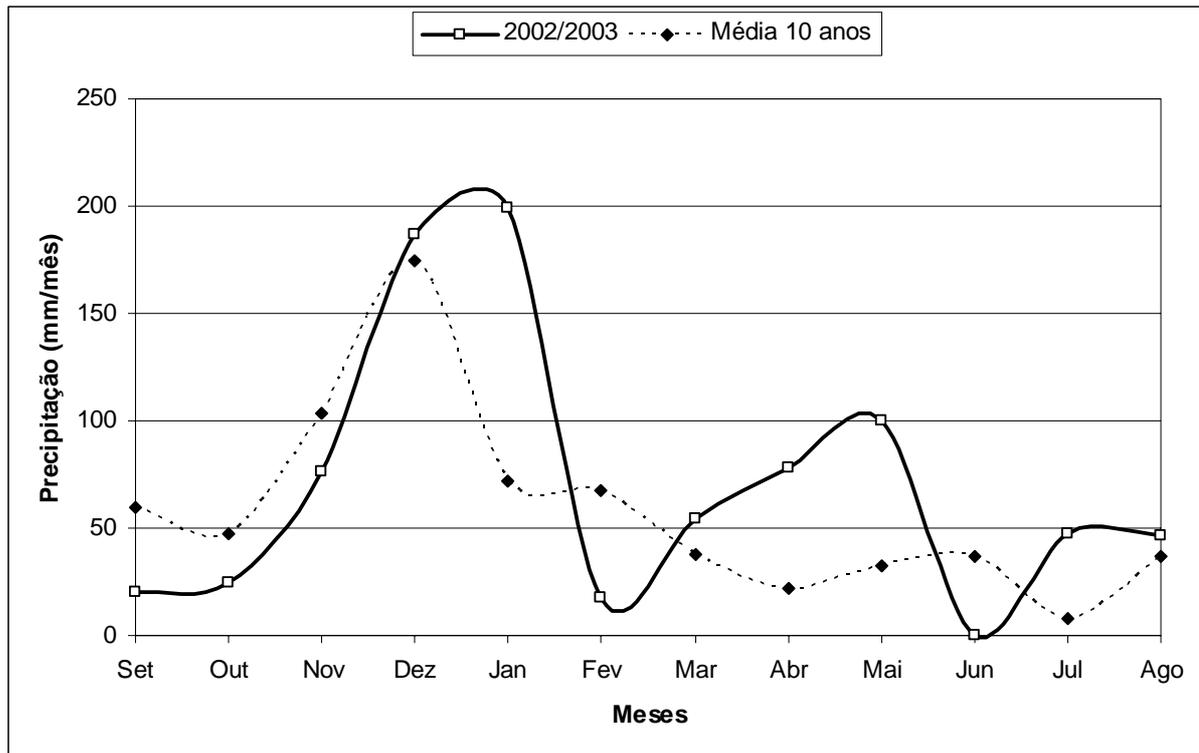


Figura 1 – Valores pluviométricos totais mensais para a estação de Campos dos Goytacazes no período de setembro de 2002 a agosto de 2003 e média mensal dos últimos 10 anos (Fonte: www.inmet.gov.br).

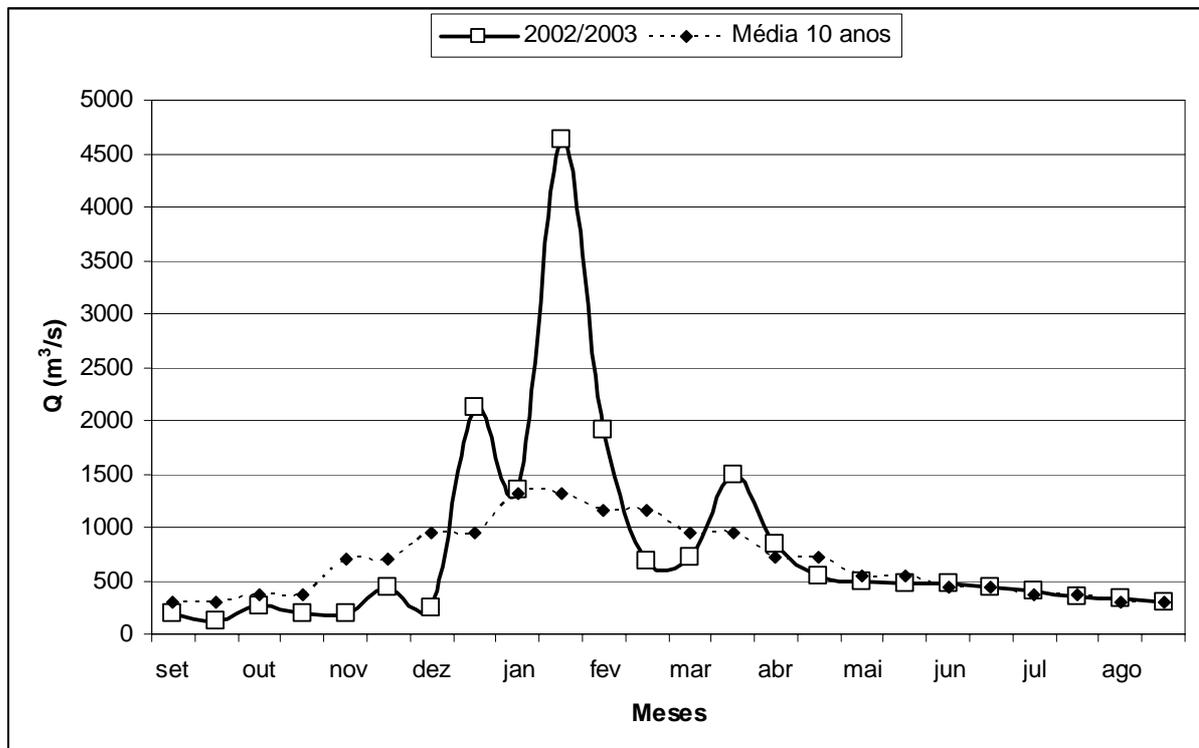


Figura 2 – Valores de descarga quinzenal do rio Paraíba do Sul para a estação de Campos dos Goytacazes no período de setembro de 2002 a agosto de 2003 e média dos últimos 10 anos. (Fonte: Banco de dados do Laboratório de Ciências Ambientais - LCA).

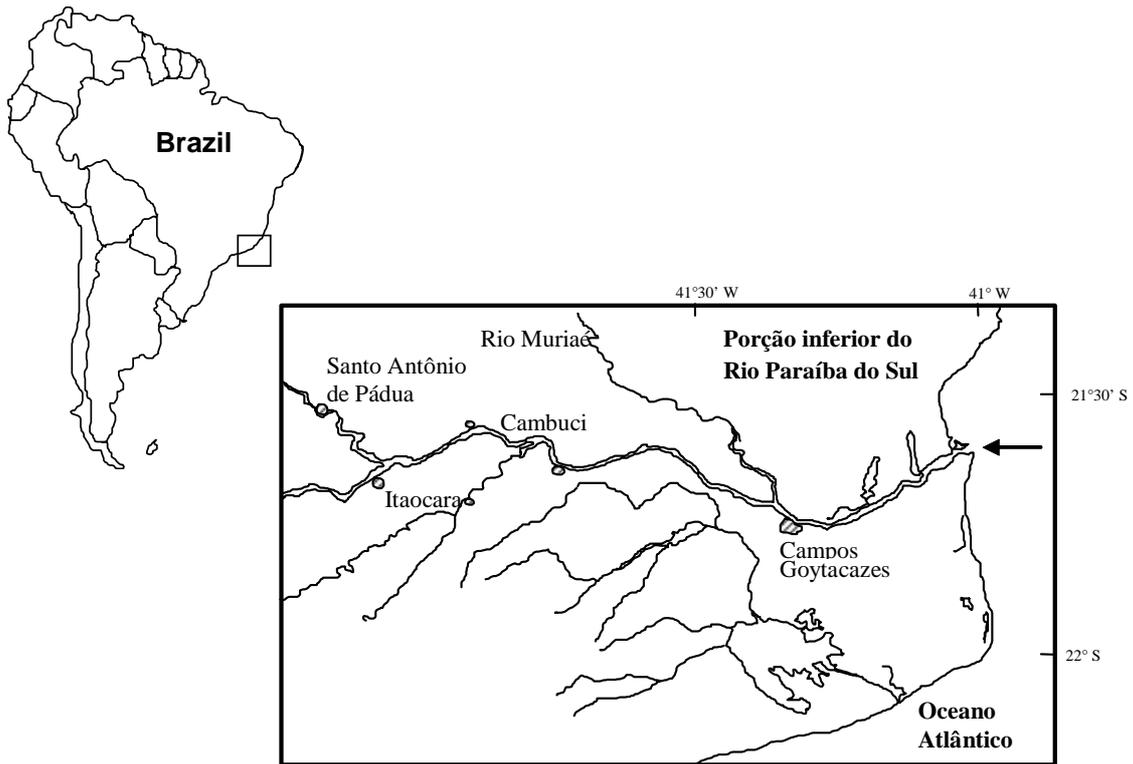


Figura 3 - Área de estudo. Estuário do rio Paraíba do Sul. Seta 1 corresponde ao transecto do canal principal. Seta 2 corresponde ao transecto do canal secundário de Gargaú.

5.2 - Amostragem

Do ponto de vista geomorfológico foi estabelecido duas regiões distintas, uma mais interna, denominada de estuário interno, que se estende da cidade de São João da Barra até a desembocadura do rio, com uma profundidade média de 2 metros, e outra mais externa, denominada de estuário externo ou pluma estuarina, localizada a partir da desembocadura do rio. Inicialmente foi feita uma coleta piloto no mês de agosto de 2002 para se determinar a localização e o número de estações de amostragem.

A seleção das estações de amostragens (eg. local e número de estações) foi realizada de acordo com um gradiente de salinidade (0 – 36). Na região da pluma do rio foram realizadas medições da salinidade na superfície e fundo ao longo de cinco transectos paralelos à costa, distando 1km aproximadamente entre um e outro a partir da desembocadura do rio. Cada transecto foi composto de quatro pontos de amostragens, os quais distaram 1km, aproximadamente, de cada um no sentido latitudinal. Então se obteve no final um grid de (5X4) com um total de vinte estações de amostragem (Figura 4). Estas amostragens foram realizadas durante o período de baixa vazão do rio e durante a maré enchente de sizígia a fim de se obter uma maior influência da cunha salina no estuário interno. Todas as estações foram georeferenciadas com um GPS.

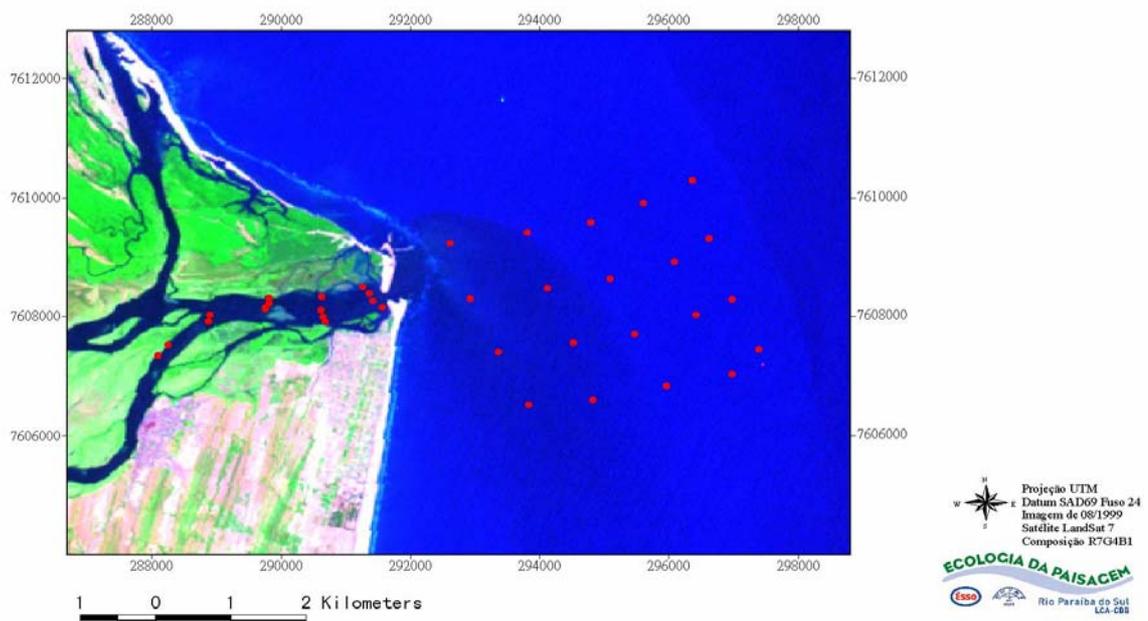


Figura 4 - Localização das estações de amostragem durante a coleta piloto na região interna do estuário e na pluma estuarina.

Os dados de salinidade foram agrupados em uma análise de agrupamento no programa *STATISTICA 6.0*, a qual mostrou a formação de três grupos. Desses, dois grupos se subdividiram em dois subgrupos, sendo cada subgrupo formado pela maioria das estações de coleta de cada um dos cinco transectos, mostrando que existe apenas uma variação longitudinal dos valores de salinidade (Figura 5). A inexistência de uma variação latitudinal permitiu então que fosse escolhida apenas uma estação de amostragem para cada transecto no sentido longitudinal. Para confirmar esses resultados, foram realizadas uma interpolação com os valores de salinidade das vinte estações de amostragem, utilizando o programa *ArcView GIS 9.0*. O resultado também mostrou que não existe variação latitudinal, apenas longitudinal, com a formação de cinco áreas (Figura 6). Foram então escolhidas cinco estações de amostragem para a região da pluma.

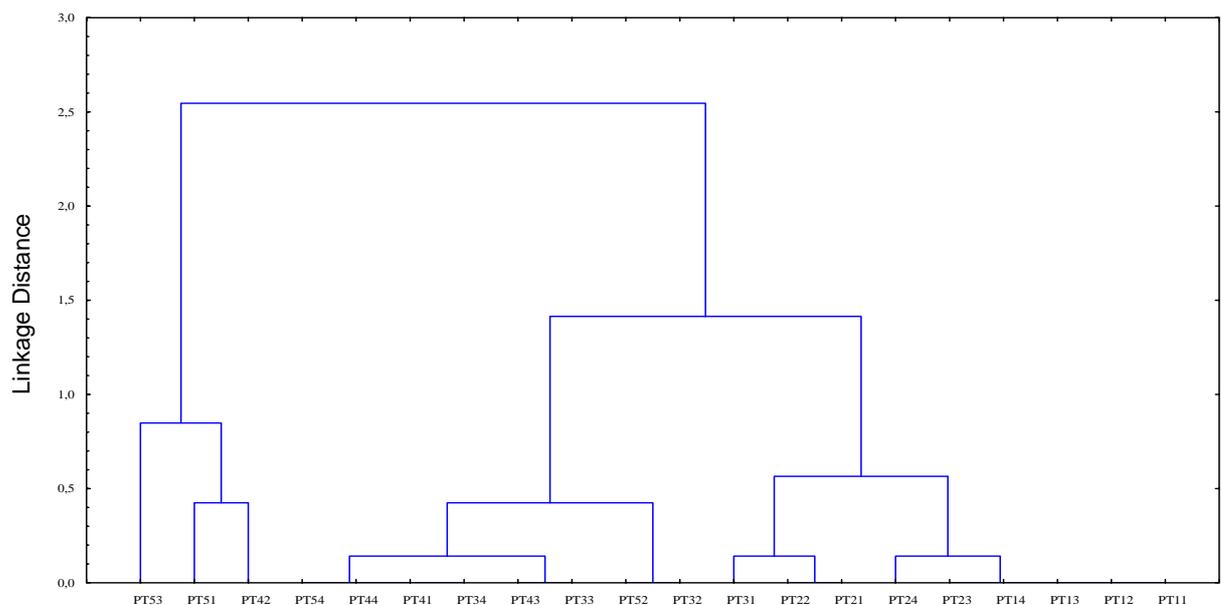


Figura 5 – Dendogramas resultantes da análise de agrupamento das estações de coleta na região da pluma estuarina com os valores de salinidade de fundo. PT=pluma transecto. O primeiro número corresponde ao transecto (1 a 5) e o último a réplica do mesmo (1 a 4). Ex: PT31: Pluma transecto 3,replica 1.

Na região interna do estuário, foram realizadas medições de salinidade e de profundidade ao longo de três transectos na região mais larga do canal e 4 pontos na região mais estreita, distando 500m aproximadamente entre cada um. Em cada transecto foram realizadas de três a cinco medições dos valores de salinidade e profundidade entre uma margem e outra do rio. Os valores de salinidade foram agrupados em uma análise de agrupamento e o resultado mostrou a formação de quatro grupos (Figura 7). Com esses valores de salinidade foi realizada uma interpolação e o seu resultado também mostrou a formação de quatro áreas (Figura 8). Então, utilizando os dados de profundidade, a localização das estações foi determinada em função do local com maior profundidade no canal e da facilidade de navegação.

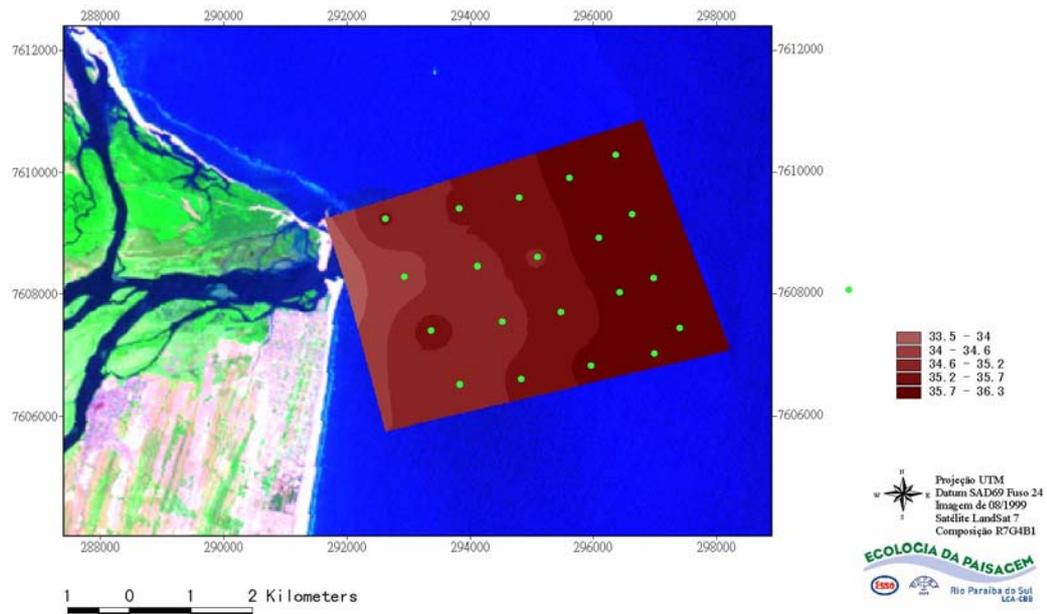


Figura 6 - Interpolação dos valores de salinidade de fundo na pluma.

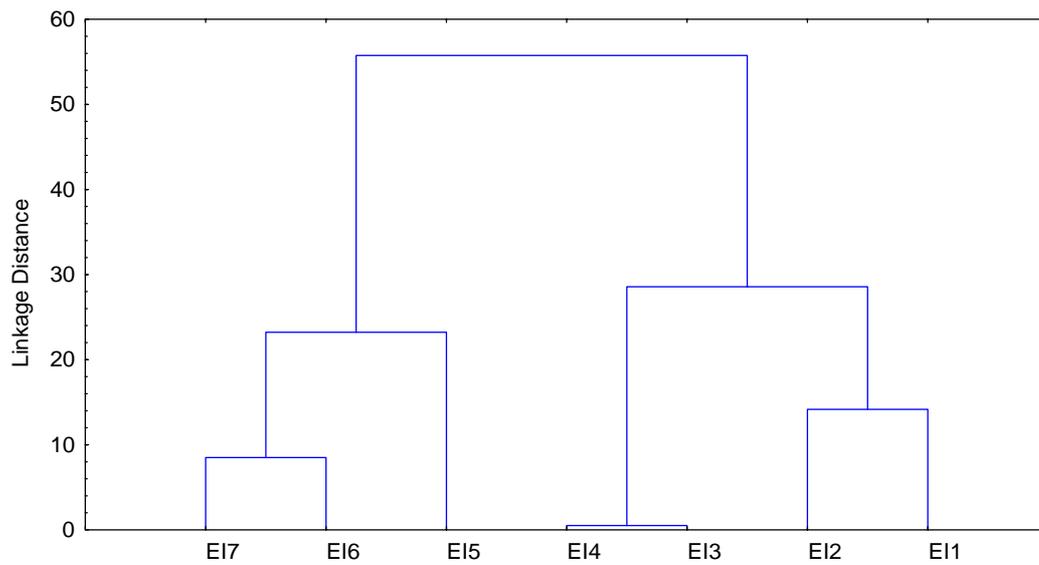


Figura 7 - Dendogramas resultantes da análise de agrupamento das estações de coleta na região interna do estuário do canal principal com os valores de salinidade de fundo. EI= estuário interno

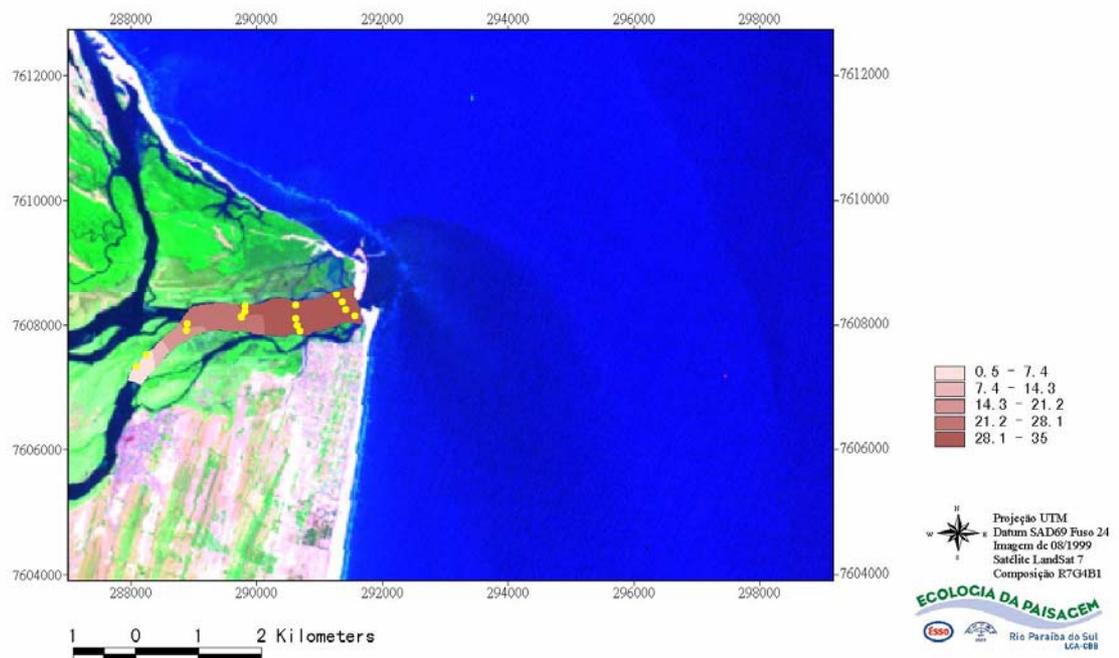


Figura 8 - Interpolação com os valores de salinidade de fundo no estuário interno.

No canal secundário de Gargaú foram escolhidas três estações de amostragem, localizadas na entrada do canal, no meio e na parte mais interna. O resultado final mostrou que seriam necessárias quatro estações de amostragem no canal principal e três no canal secundário. A partir desses resultados, as amostragens foram realizadas mensalmente ao longo de um perfil longitudinal posicionado ao longo do gradiente salino no canal principal do estuário interno e externo entre os meses de agosto de 2002 e setembro de 2003. Foram feitas amostragens em nove estações de coleta, sendo cinco na pluma do rio e quatro no estuário interno (Figura 3, seta 1 e Figura 9). Além disso, nos meses de janeiro (período chuvoso) e agosto (período seco) foram feitas amostragens em três estações de coleta no canal secundário do estuário interno para efeito de caracterização do plâncton nesse local (Figura 3, seta 2). Todas as amostragens foram realizadas em situações de maré de sizígia, durante o período de maré enchente, durante doze meses completando um ano de amostragem (Figura 10). A escolha da maré de sizígia foi em função de que neste tipo de maré ocorrem situações extremas de variações de salinidade e importação de organismos da região costeira para o estuário.

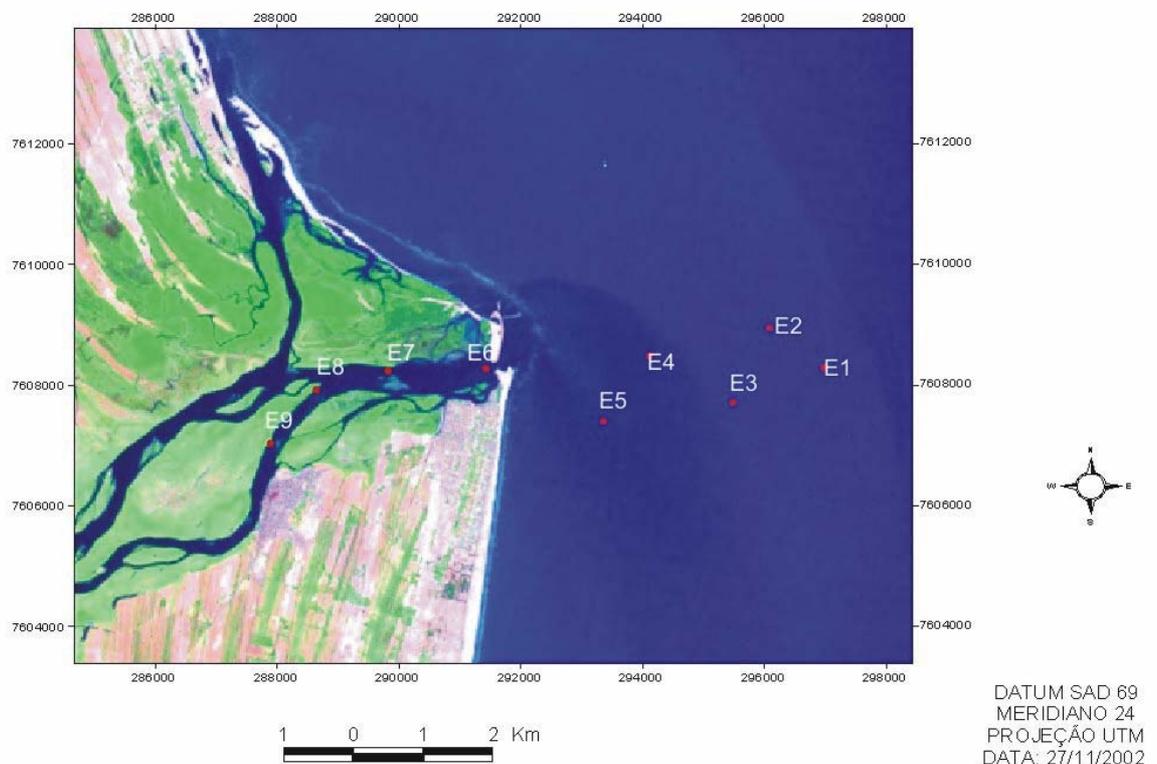


Figura 9 - Localização das estações de coleta no estuário interno e externo do rio Paraíba do Sul.

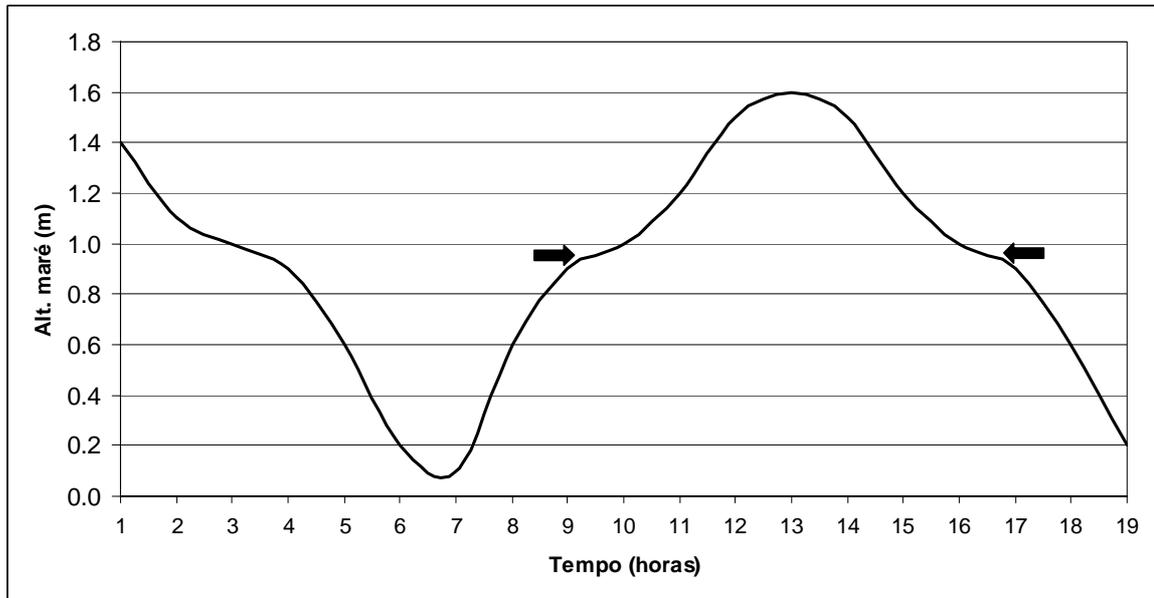


Figura 10. Variação do nível de maré de sizígia ao longo do dia (Setas indicam período de amostragem).

5.2.1 - Zooplâncton

Para as coletas de zooplâncton foi utilizada uma rede de plâncton cilíndrica com 60 centímetros de abertura de boca e malha de 200 micrômetros, dotada de fluxômetro mecânico, para estimar a quantidade de água filtrada pela rede em m^3 (Omori e Ikeda 1992; Kramer *et al.*, 1994). Foram realizados arrastos oblíquos ao longo da coluna d'água para obtenção de amostras integradas, com o barco em velocidade em torno de dois nós, durante cinco minutos. O material biológico coletado foi fixado em solução aquosa de formalina 5%, tamponadas com tetraborato de sódio, e analisado posteriormente em laboratório na Universidade Federal do Espírito Santo.

5.2.1.1 - Análise do Zooplâncton:

Para cada amostra coletada foram feitas alíquotas com um subamostrador do tipo "Folsom" de acordo com o seu grau de concentração. Os indivíduos da alíquota foram identificados e contados na sua totalidade. As espécies dominantes no plâncton foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, segundo a literatura (Edmondson, 1959; Boltovskoy, 1981, 1999; Sendacz e Kubo, 1982; Matsumura-Tundisi e Rocha, 1983; Montú e Gloeden, 1986; Elmoor-Loureiro, 1997), utilizando-se microscópio estereoscópico e microscópio óptico.

O número de indivíduos coletados foi convertido em densidade e os valores encontrados expressos em indivíduos.m⁻³ com base no volume de água filtrada pela rede, segundo as fórmulas a seguir:

Volume de Água Filtrada:

$$V = A \cdot R \cdot C$$

Onde: **V**= volume de água filtrada em m³;

A= área da boca da rede em m² (0,28274 m²);

R= número de rotações do fluxômetro durante o arrasto;

C= fator de aferição após calibração do aparelho em metros por rotações.

Abundância dos organismos:

$$N = n_i / V$$

Onde: **N** = abundância total da espécie em cada amostra

n_i = número de indivíduos da espécie *i* observados na amostra

V = volume de água filtrado pela rede (m³)

5.2.2 - Parâmetros Físico-Químicos, Nutrientes e Clorofila-a:

Em todas as estações de amostragem, parâmetros físico-químicos como salinidade, temperatura e pH foram medidos *in situ* em cada estação de coleta mensalmente na superfície e no fundo (50 cm acima do fundo) utilizando equipamento portátil de campo (Multiparâmetro YSI 63). Além disso, foi medida a transparência da coluna d' água utilizando-se um disco de Secchi de contraste. As amostras de água para a determinação de nutrientes, alcalinidade, MPS (material particulado em suspensão) e oxigênio dissolvido foram coletadas mensalmente com uma garrafa do tipo "Van Dorn" (ca. 5L) na superfície e fundo (50 cm acima do fundo) e transferidas para garrafas de polietileno (ca. 1L) e acondicionados em caixa térmica e resfriados com gelo, sendo conduzidas para o laboratório para a filtragem e congelamento das alíquotas.

5.2.2.1 - Análise da Água:

No laboratório da Universidade Estadual do Norte Fluminense inicialmente foi realizada a determinação da alcalinidade total, através de titulação potenciométrica

com ácido clorídrico 0,01N padronizado, através do método de Gran (Gran, 1952) em titulador automático Mettler DL21.

As amostras fixadas para determinação de oxigênio dissolvido foram tituladas com solução de tiosulfato de sódio utilizando um titulador automático Hydrobios 715 Dosimat (Golterman *et al.*, 1978). Posteriormente com os valores de oxigênio dissolvido foi calculada a porcentagem de saturação do oxigênio usando a tabela de solubilidade do oxigênio (Baumgarten *et al.*, 1996) através da seguinte fórmula:

$$\% [O_2] = [O_2] \text{ calculado para CNTP} / [O_2] \text{ saturado} * 100$$

Onde,

$[O_2]$ calculado para CNTP= O.D. medido,

$[O_2]$ saturação= solubilidade do oxigênio em função da temperatura e salinidade.

As amostras de água foram filtradas com filtro de fibra de vidro tipo GF/F Whatman, com porosidade de 0,7 μm utilizando um Kit de filtração. Para cada litro de água coletada, tanto na superfície, quanto no fundo, foram obtidos três frascos de 100 mL após a filtração e os mesmos congelados para posterior determinação de nutrientes, sendo o filtro usado no processo guardado no freezer para posterior análise de clorofila-a e feopigmentos (Nusch e Palme, 1975), utilizando etanol 95% à 80°C.

Para a determinação de Material Particulado em Suspensão (MPS) foram filtradas amostras de água em membrana de nitrato de celulose Millipore (0,45 μm) previamente secos e pesados. O MPS foi determinado por gravimetria.

As formas nitrogenadas analisadas foram nitrato (N-NO_3^-), nitrito (N-NO_2^-), nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+) e nitrogênio total dissolvido (NTD). O NTD= (nitrogênio orgânico dissolvido + nitrato + nitrito + nitrogênio amoniacal) foi determinado após digestão com solução de persulfato de potássio alcalina. NTD, N-NO_3^- e N-NO_2^- foram determinados em duplicata através do método colorimétrico (complexo de Gries) em um sistema automático de análise em fluxo (FIA – ASIA – ISMATEC), sendo que NTD e N-NO_3^- foram reduzidos em uma coluna de cádmio. A determinação das concentrações de N-NH_4^+ , assim como H_4SiO_4 e P-PO_4^{3-} foram realizadas em triplicata, através de reações colorimétricas específicas e leitura em um espectrofotômetro de UV visível Shimadzu (Grasshoff *et al.*, 1983; Koroleff, 1983; Carmouze, 1994) As determinações que apresentaram um coeficiente de variação maior que 10% foram rejeitadas e refeitas.

5.3 - Tratamento dos Dados

5.3.1 - Diversidade, Riqueza e Equitabilidade:

Para o estudo de diversidade da comunidade zooplanctônica foi aplicado o índice de diversidade de Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum (ni/N) \log (ni/N)$$

Onde, **ni**: valor de importância de cada espécie e **N**: total dos valores de importância.

O índice de Shannon-Wiener é relativamente independente do tamanho da amostra e apresenta uma distribuição normal, além de atribuir um peso maior as espécies raras (Odum, 1988).

A riqueza de espécies foi calculada através do número total de espécies encontradas (**S**).

Já a equitabilidade (**J**) refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre o número total de espécies. A medida de equitabilidade compara o índice de Shannon-Wiener observado contra a distribuição dos indivíduos entre as espécies observadas a qual pode maximizar a diversidade (Henderson e Seaby, 1997).

O índice de equitabilidade foi calculado através da fórmula:

$$J = H/\log(S)$$

Onde, **H** é o índice de Shannon-Wiener e **S** o número total de espécies.

Todos esses índices ecológicos foram calculados utilizando o programa *MVSP for Windows*.

5.3.2 - Delineamento Estatístico

5.3.2.1 - Análise Paramétrica:

A análise de variância (ANOVA) do tipo I independente foi aplicada para os parâmetros físico-químicos a fim de se testar as diferenças entre as estações de amostragem (padrões espaciais), para abundância total do zooplâncton, densidade das espécies mais abundantes, para os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, a fim de se testar as diferenças entre as coletas (padrões temporais) e entre as estações de amostragem (padrões espaciais). A distribuição normal dos dados e a homogeneidade das variâncias foram testadas através do teste de Kolmogorov-Smirnov com um $p < 0,05$. Para equalizar a variância e normalizar a distribuição, todos os dados usados na ANOVA foram transformados $\log_{10}(x + 1)$, mas não foi

possível normalizar todos os dados. Mesmo assim a ANOVA foi aplicada uma vez que esse tipo de análise é mais robusto do que uma análise não-paramétrica, por exemplo, (Underwood, 1997). Quando diferenças significativas foram detectadas na ANOVA, o teste de Tukey's Honestly Significantly Different (HDS) foi aplicado para identificar as fontes de variação. Todas as análises foram realizadas no programa *STATISTICA 6.0*.

5.3.2.2 - Análise de Agrupamento:

A fim de se obter uma avaliação quanto à distribuição da comunidade zooplanctônica foi aplicada uma análise de agrupamento entre as espécies (modo R). As matrizes foram compostas apenas com as espécies e grupos taxonômicos com abundância $\geq 5\%$ em relação à abundância total de cada ponto de amostragem.

As matrizes foram tratadas pelo método de UPGMA, utilizando a medida de distância 1-Pearson r. Esta análise foi realizada no programa *STATISTICA 6.0*.

5.3.2.3 - Análise Multivariada:

Quanto à avaliação da influência dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos padrões de estrutura e distribuição da comunidade zooplanctônica foi aplicada a análise estatística do tipo correspondência canônica (CCA) através do programa estatístico *CANOCO 4.0*. Esse método seleciona a combinação linear das variáveis ambientais que maximiza a dispersão dos valores das espécies. Em outras palavras, a CCA escolhe o melhor peso para as variáveis ambientais. Ela mede a associação entre as espécies e o ambiente através de autovalores, os quais dão uma idéia de quanto da variação das espécies pode ser explicado pelas variáveis ambientais (Jongman *et al.*, 1987). Foram utilizadas matrizes das espécies com abundância superior a 5% nas amostras e matrizes dos parâmetros físico-químicos (média entre a superfície e fundo) nas amostras.

5.3.3 - Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite integrar os dados e gerar um novo dado. Além disso, permite realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar um banco de dados georeferenciados (Assad e Sano, 1998). O programa *ArcView* permite visualizar, explorar, pesquisar e analisar dados espaciais, sendo uma excelente ferramenta para a aplicação e uso do SIG. O uso do SIG é uma boa opção para o monitoramento dos limites do estuário, além da

dinâmica do zooplâncton no rio Paraíba do Sul, já que ao permitir criar um banco de dados, facilita o acompanhamento do processo ao longo do tempo. Com isso, o presente estudo utilizou o SIG como ferramenta.

Foram utilizadas imagens de satélite do tipo LANDSAT TM. Usando os diversos tipos de bandas, foram realizadas composições de RGB para se obter imagens tratadas de acordo com o tipo de dado que foi criado. Depois de tratada, as mesmas foram georeferenciadas. No processo de georeferenciamento, foram escolhidos doze pontos conhecidos e fixos em cartas do IBGE. Estes tratamentos foram realizados no programa *ENVI 3.2*.

No programa *ArcView GIS 9.0* foi criado um banco de dados com a média entre a superfície e fundo para as variáveis ambientais, e os valores absolutos de densidade do zooplâncton dos meses de janeiro e agosto, afim de se caracterizar o período chuvoso e seco. Posteriormente foram criados polígonos vetorizados referentes à área de interesse do estudo e dentro desses polígonos, realizadas interpolações com os dados obtidos, a fim de ser construir, explorar, visualizar e analisar esses dados espacialmente aplicando-se uma máscara sobre a imagem tratada.

6 - RESULTADOS

6.1 - Variáveis Ambientais

6.1.1 - Parâmetros Físico-Químicos:

A apresentação dos resultados para a variação mensal dos parâmetros físico-químicos, nutrientes e clorofila-a foi feita utilizando apenas três estações de coleta: A E1, que representa o compartimento marinho, a E6, a qual representa o compartimento estuarino (transição) e a E9, que representa o compartimento fluvial. Essa classificação foi feita baseada nos valores de salinidade, por apresentar um comportamento conservativo.

Os valores de salinidade variaram de 0,0 (zero) nas estações localizadas no estuário interno, principalmente nos meses do período chuvoso (janeiro, fevereiro e março), a 37,5 nas estações localizadas na pluma estuarina durante o mês de novembro (Apêndice 1) sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Entre os meses de coleta, os valores da estação 6 nos meses de novembro, janeiro e fevereiro foram menores em relação aos demais meses. Já quanto ao local de coleta, as estações de coleta localizadas na pluma estuarina apresentaram valores de salinidade significativamente maiores do que as localizados no estuário interno (Figuras 11 e 12 e Tabelas I e II).

A temperatura variou de 21,0 °C durante o mês de setembro a 30,9 °C durante o mês de novembro (Apêndice 1) sendo observada diferenças significativas entre a superfície e fundo. Os valores de temperatura nos meses de verão foram maiores do que os meses de inverno no estuário interno. Quanto ao local de coleta, não houve diferenças significativas, apesar das médias terem sido superiores nas estações do estuário interno no período chuvoso (Figuras 11 e 12 e Tabelas I e II).

A porcentagem de saturação do oxigênio variou de 35,5% no mês de agosto a 154% no mês de novembro (Apêndice 1) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Entre os meses de coleta, agosto, setembro e janeiro tiveram os valores menores do que os demais meses. Já entre os locais de coleta não houve diferenças significativas, embora no período seco as maiores concentrações ocorreram no estuário interno (Figuras 11 e 13 e Tabelas I e II).

A alcalinidade variou de 0,31 meq/L nos meses de janeiro e março a 4,33 meq/L no mês de agosto (Apêndice 1) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Entre os meses de coleta, onde os valores do mês de agosto foram significativamente maiores do que os demais meses na zona de mistura e zona costeira. Quanto ao local de coleta as estações localizadas

na pluma estuarina tiveram médias significativamente maiores do que as médias das estações de coleta localizadas no estuário interno (Figuras 13 e 14 e Tabelas I e II).

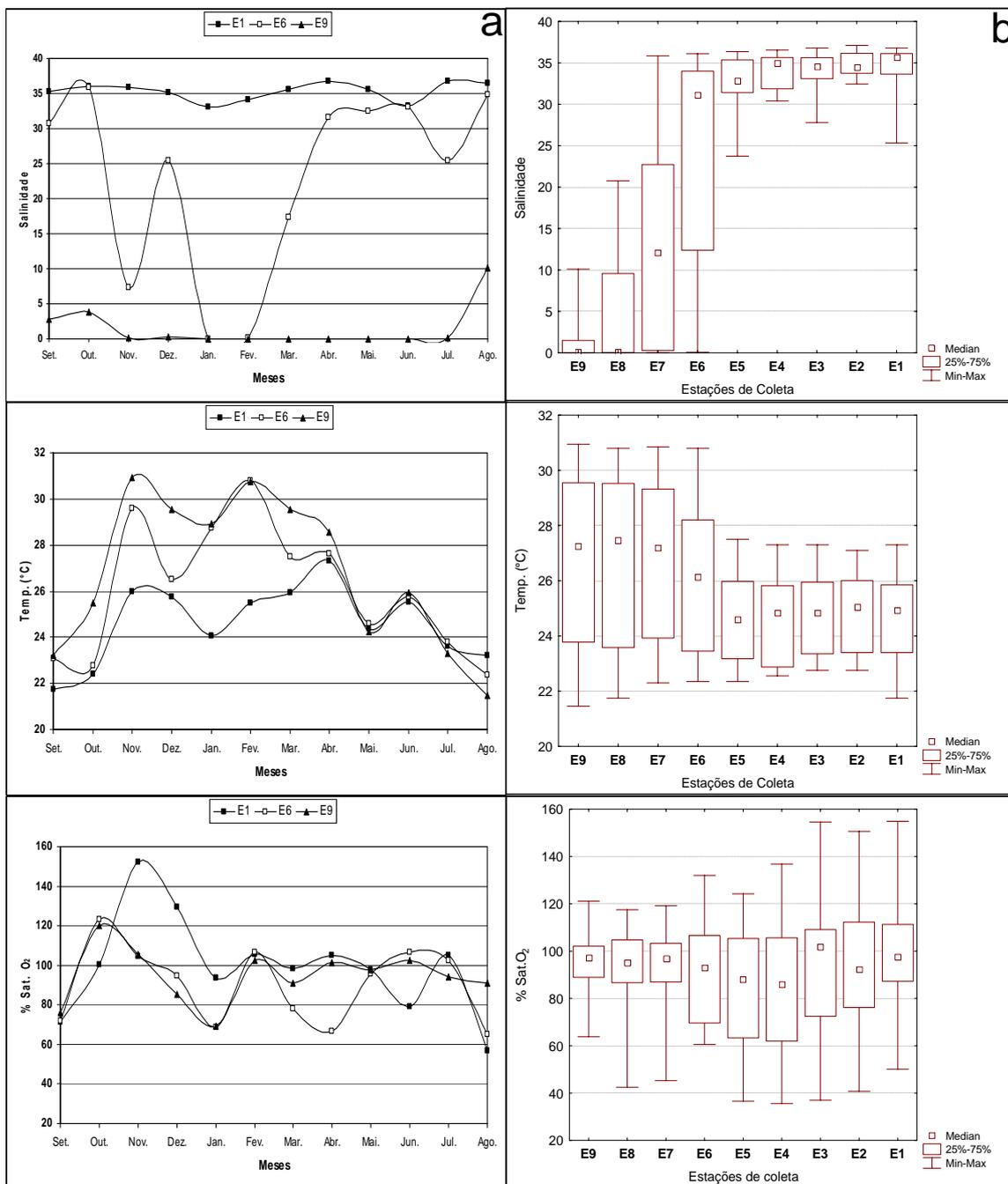


Figura 11 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de salinidade, temperatura e porcentagem saturação do oxigênio (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

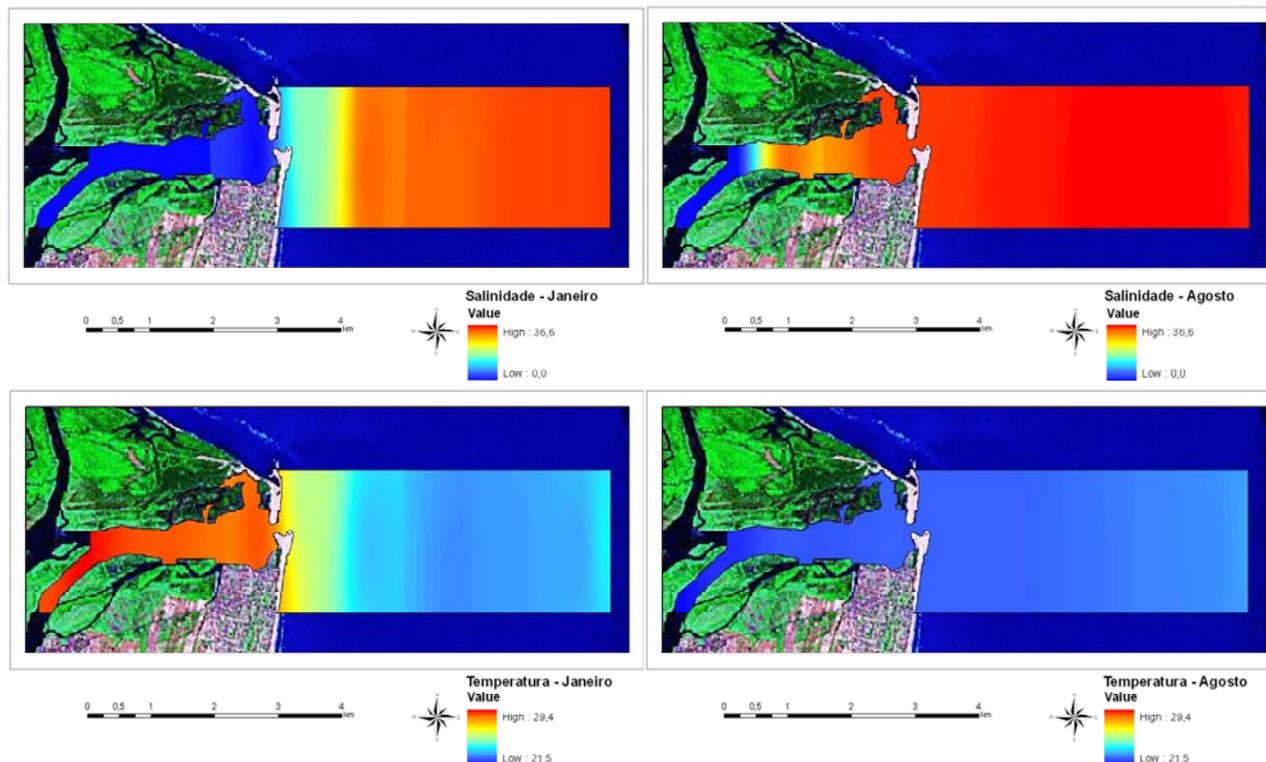


Figura 12 - Interpolação dos valores médios de salinidade e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) nos meses de janeiro e agosto de 2003.

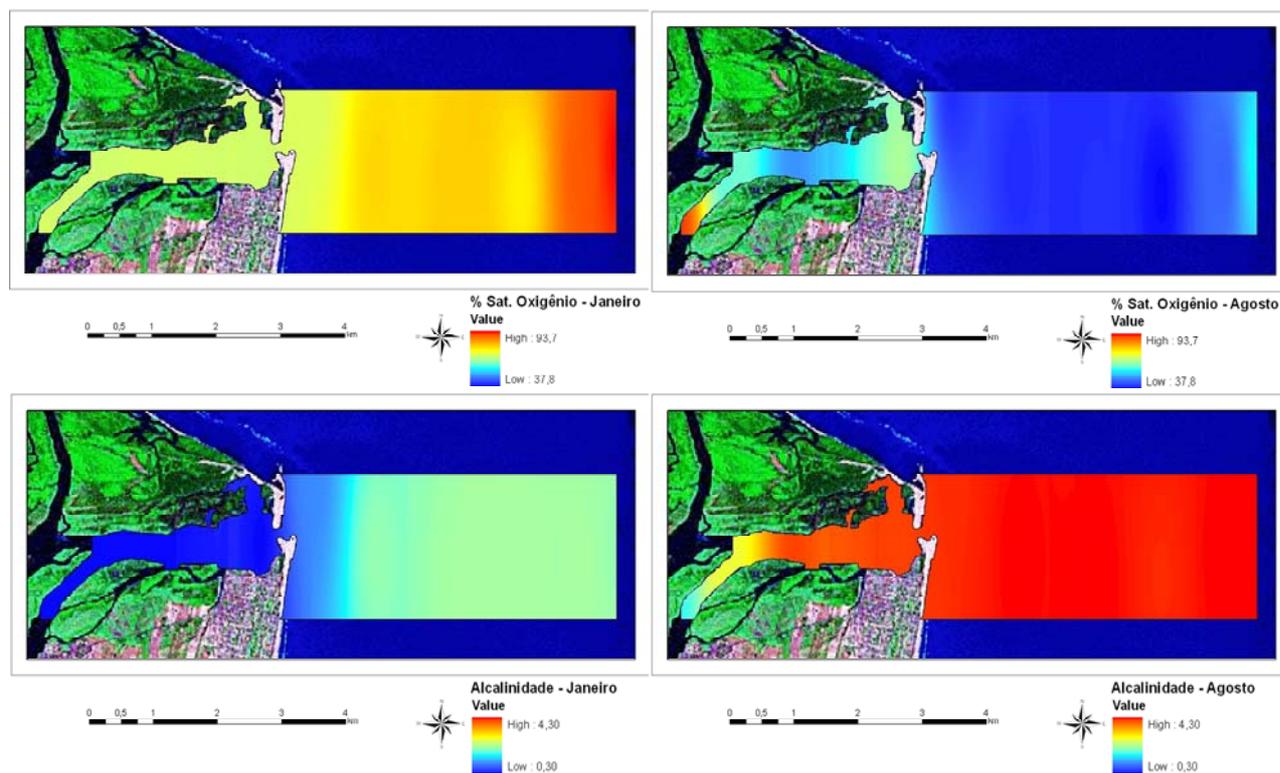


Figura 13 - Interpolação dos valores médios de saturação do oxigênio e alcalinidade (meq/L) nos meses de janeiro e agosto de 2003.

A transparência da água variou de 0,30 m em janeiro a 5,20 m em dezembro (Apêndice 1). Entre os meses de coleta, os valores dos meses de outubro, dezembro e maio foram maiores do que os valores dos demais meses na zona costeira. Foram observadas diferenças significativas entre os locais de coleta, onde os valores encontrados nas estações localizadas na pluma estuarina (E1, E2 e E3) foram significativamente maiores do que as demais estações de coleta (Figuras 14 e 15 e Tabela I).

Já o pH variou de 6,22 em julho a 9,00 em maio (Apêndice 1) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Entre os meses de coleta, os valores nos meses do período seco (abril a outubro) foram maiores do que os dos meses do período chuvoso, entre novembro e março (Tabela I). Já entre os locais de coleta não houve diferenças significativas (Figuras 14 e 15 e Tabelas I e II).

6.1.2 - Material Particulado em Suspensão e Clorofila-a:

O Material Particulado em Suspensão (MPS) variou em média de 4,0 mg/L nos meses de setembro, abril e maio, a 260 mg/L no mês de setembro (Apêndice 1) sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Entre os meses de coleta, os valores dos meses de setembro e outubro foram maiores do que os meses de dezembro e abril, principalmente entre as estações E1 a E6. Também foram observadas diferenças significativas entre os locais de coleta, onde os valores médios encontrados nas estações 5 e 6 foram significativamente maiores daqueles encontrados nas estações 8 e 9, embora em janeiro os maiores valores tenham ocorrido nestas estações (Figuras 16 e 17 e Tabelas I e II).

Os valores de clorofila-a total variaram em média de 0,25 µg/L em todos os meses a 35,8 µg/L no mês de março no estuário interno (Apêndice 2) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Já entre os meses, onde os valores médios do mês de março foram maiores do que os outros meses, especialmente entre as estações E6 a E9. Entre os locais de coleta, embora os valores médios das estações do estuário interno foram maiores do que as das estações da pluma estuarina, essas diferenças não foram significativas (Figuras 16 e 17 e Tabelas I e II).

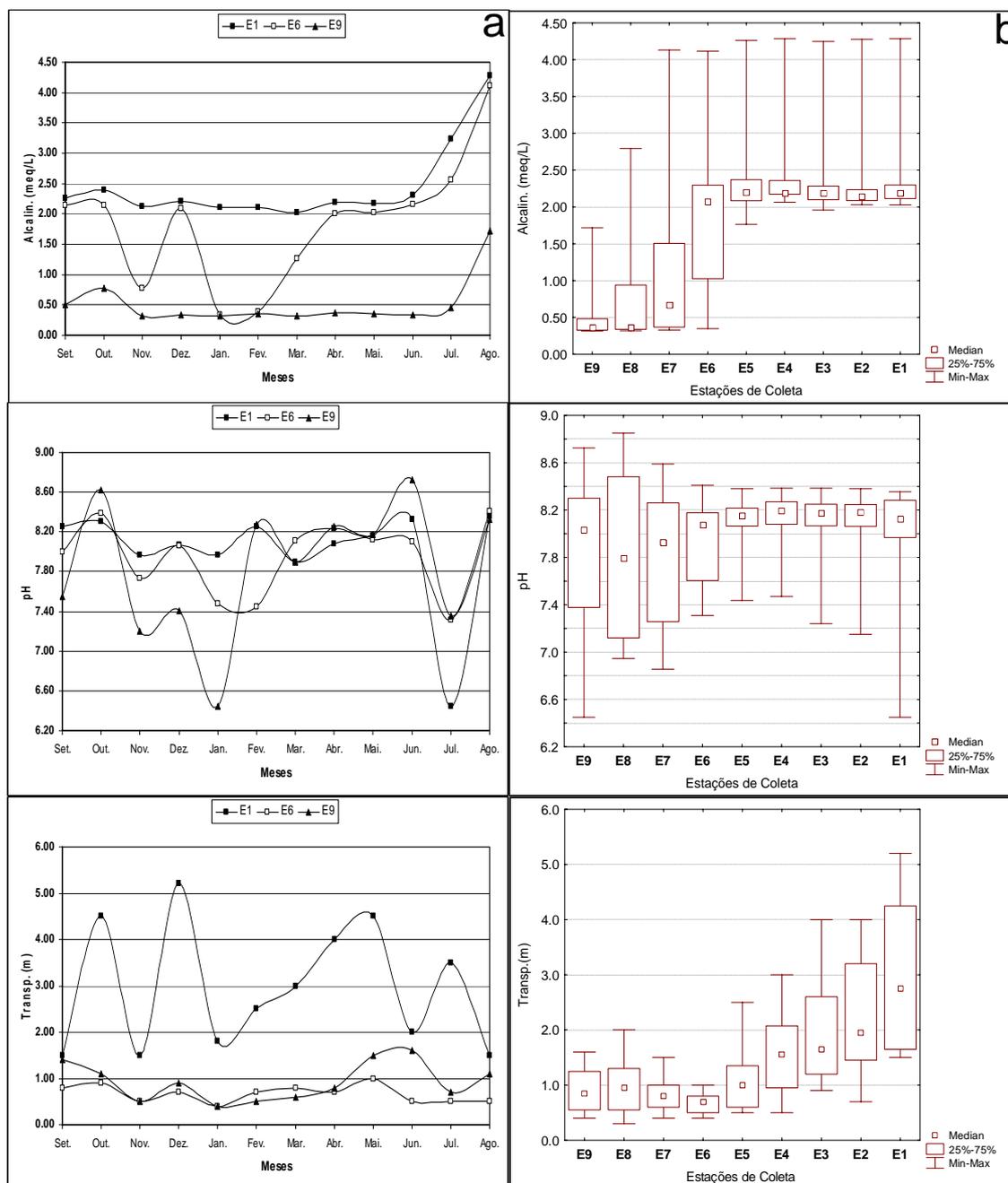


Figura 14 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de alcalinidade, pH e transparência da água ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

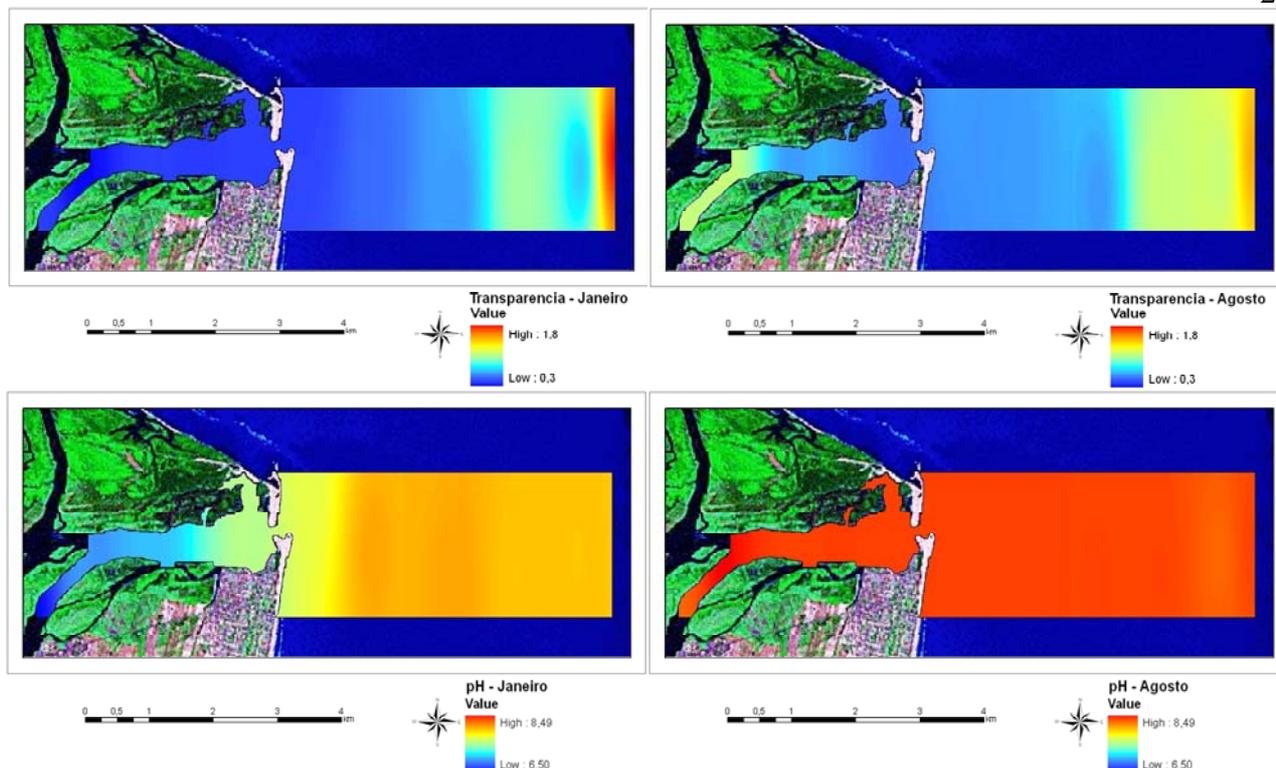


Figura 15 - Interpolação dos valores de transparência da água (m) e pH nos meses de janeiro e agosto de 2003.

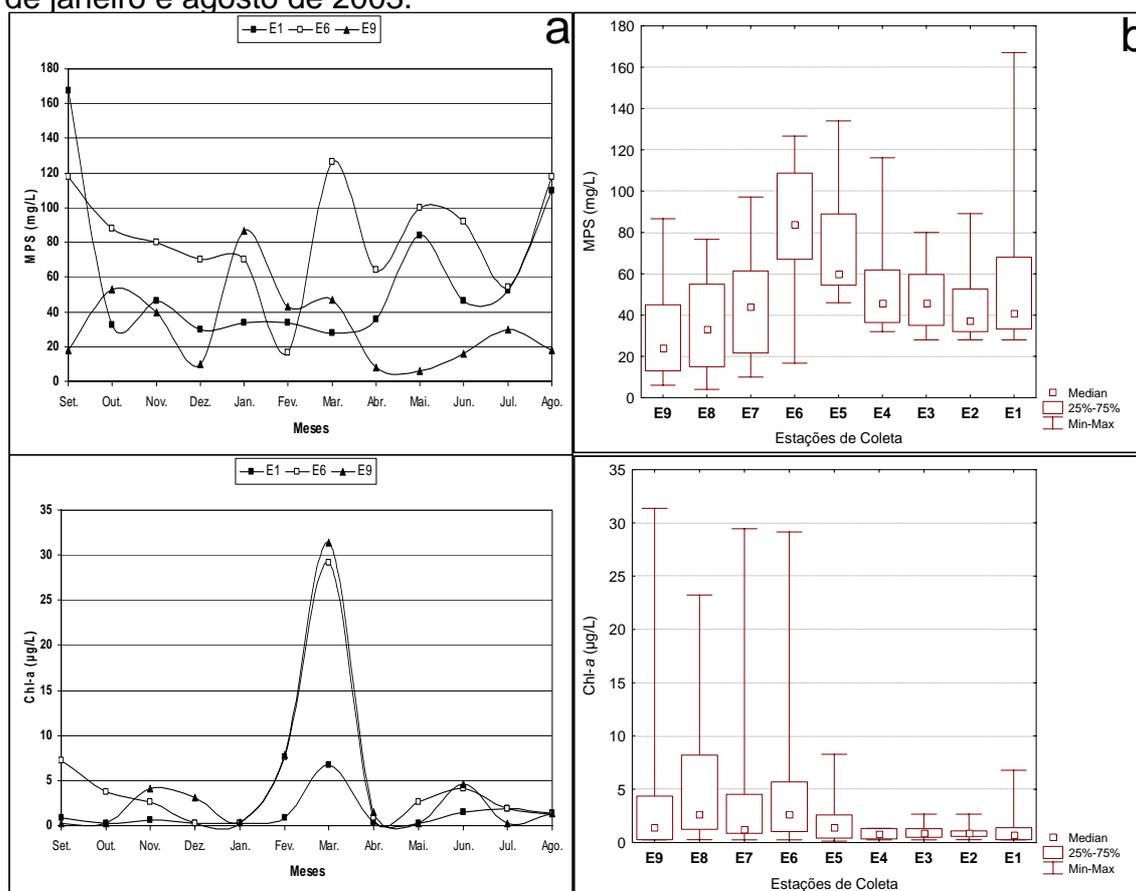


Figura 16 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de material particulado em suspensão e clorofila-a ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

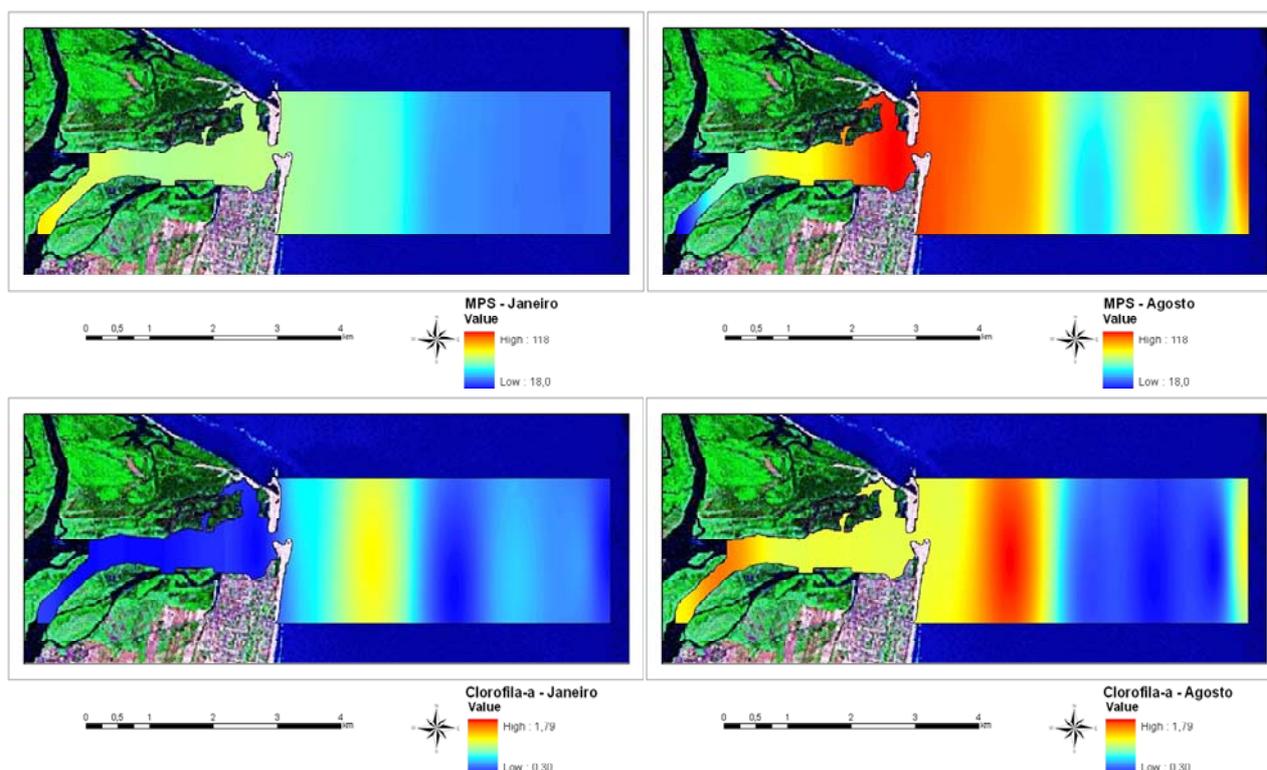


Figura 17 - Interpolação dos valores médios das concentrações de material particulado em suspensão (mg/L) e clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) nos meses de janeiro e agosto de 2003.

6.1.3 - Nutrientes Dissolvidos:

Os valores de sílica variaram de $0,1 \mu\text{M}$ no mês de março e maio a $237 \mu\text{M}$ no mês de março (Apêndice 2) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e o fundo. Entre os meses de coleta as maiores concentrações ocorreram entre os meses de janeiro a março nas estações E6 a E9. As concentrações nas estações localizadas no estuário interno (E7 a E9) foram significativamente maiores do que as localizadas na pluma estuarina e na entrada do estuário (Figuras 18 e 19 e Tabelas I e II).

O ortofosfato variou de $0,04 \mu\text{M}$ no mês de dezembro a $1,47 \mu\text{M}$ em setembro (Apêndice 2) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e o fundo. Os meses de outubro e dezembro apresentaram concentrações menores do que as dos meses de janeiro, fevereiro, abril, agosto e setembro. Entre os locais de coleta, as concentrações no estuário interno foram significativamente maiores do que na pluma estuarina (Figuras 18 e 19 e Tabelas I e II).

Quanto às formas nitrogenadas determinadas, o amônio variou de $0,05 \mu\text{M}$ nos meses de setembro, dezembro e março a $5,50 \mu\text{M}$ no mês de novembro (Apêndice 2) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e

fundo. As concentrações foram maiores nos meses de novembro, janeiro, fevereiro, maio, junho, julho e agosto. Entre os locais de coleta, as concentrações da estação 9 localizada no estuário interno foram significativamente maiores do que as concentrações das estações 3 e 4, localizadas na pluma estuarina (Figuras 18 e 20 e Tabelas I e II).

Já as concentrações de nitrito variaram de 0,03 μM no mês de março a 0,94 μM no mês de agosto (Apêndice 2) sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. As concentrações foram maiores nos meses de dezembro, janeiro, abril e agosto. Entre os locais de coleta, as concentrações médias na estação 1, localizada na pluma estuarina foram significativamente maiores do que na estação 9, localizada no estuário interno, principalmente no período seco (Figuras 20 e 21 e Tabelas I e II).

As concentrações de nitrato variaram de 0,1 μM no mês de abril e julho a 29,8 μM no mês de novembro (Apêndice 2) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Já as concentrações do mês de novembro foram maiores do que as dos meses de outubro, junho e agosto, principalmente entre as estações E6 a E9. Entre os locais de coleta, as concentrações médias das estações localizadas no estuário interno foram significativamente maiores do que as das estações localizadas na pluma estuarina (Figuras 21 e 22 e Tabelas I e II).

Por sua vez, o nitrogênio total dissolvido (NTD) variou de 1,6 μM no mês de setembro a 72,9 μM no mês de janeiro (Apêndice 2) não sendo observadas diferenças significativas entre a superfície e fundo. Já as concentrações dos meses de novembro a fevereiro foram maiores do que nos demais meses, principalmente entre as estações E6 a E9. As concentrações nas estações 8 e 9 no estuário interno foram significativamente maiores do que as concentrações das estações 3, 4 e 5 localizadas na pluma estuarina (Figuras 21 e 22 e Tabelas I e II).

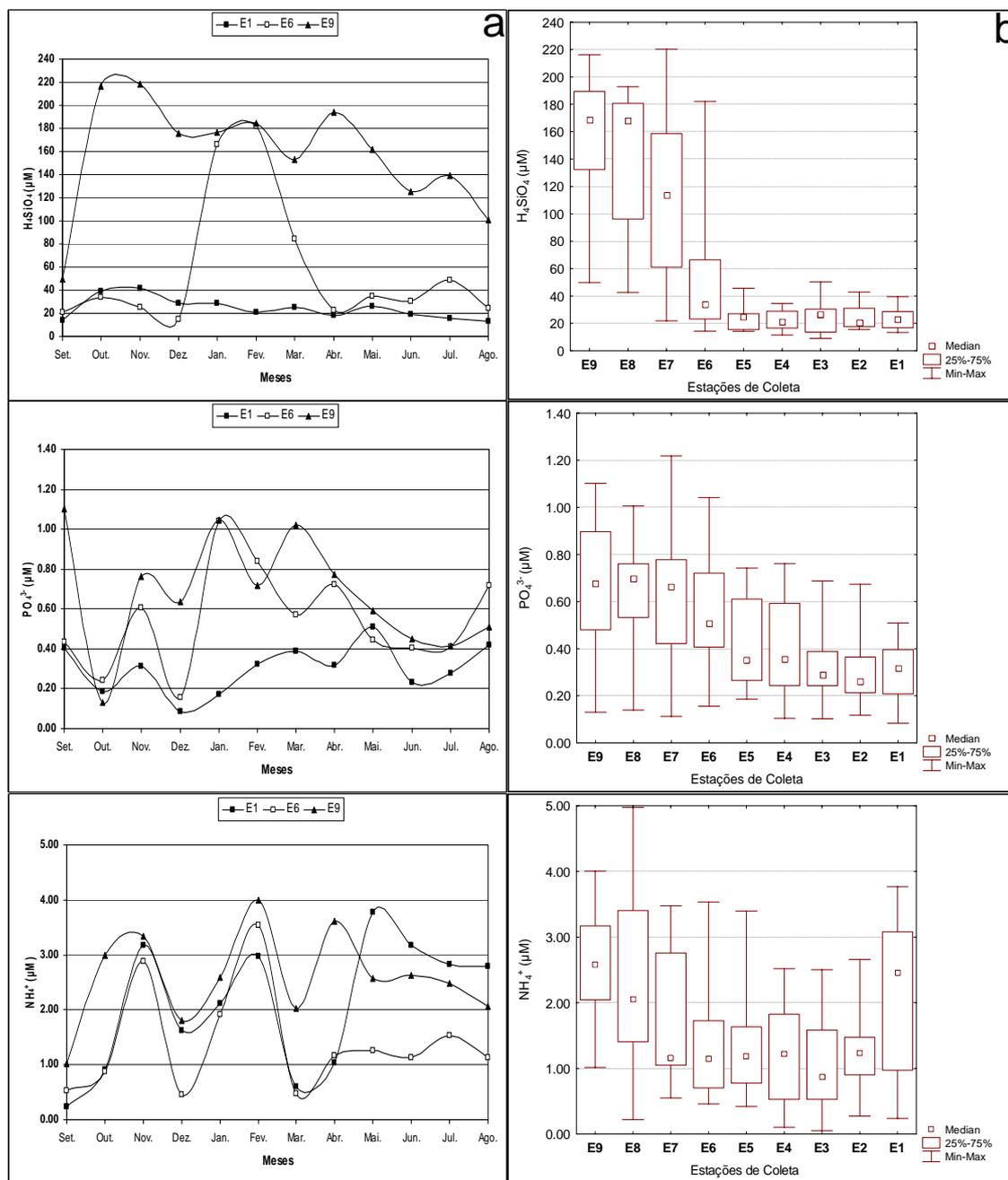


Figura 18 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de sílica, ortofosfato e amônio ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

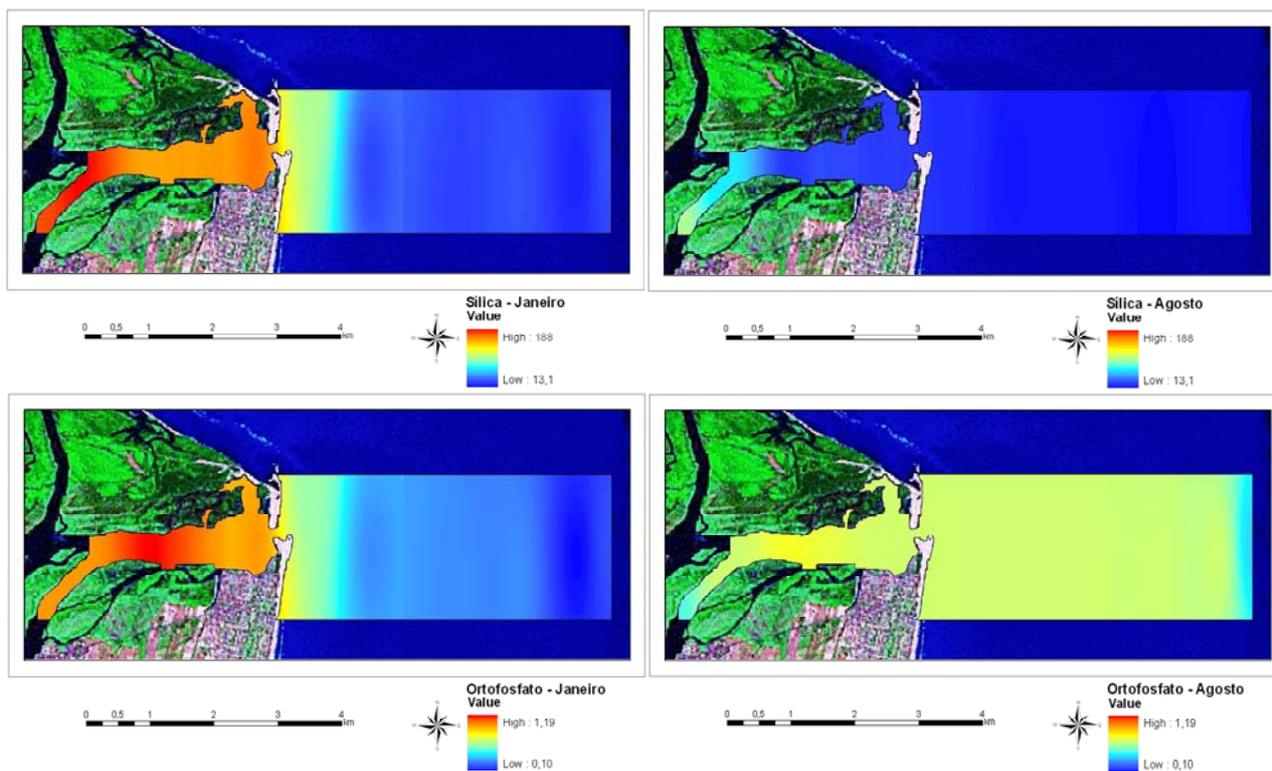


Figura 19 - Interpolação dos valores médios das concentrações (μM) de sílica e ortofosfato nos meses de janeiro e agosto de 2003.

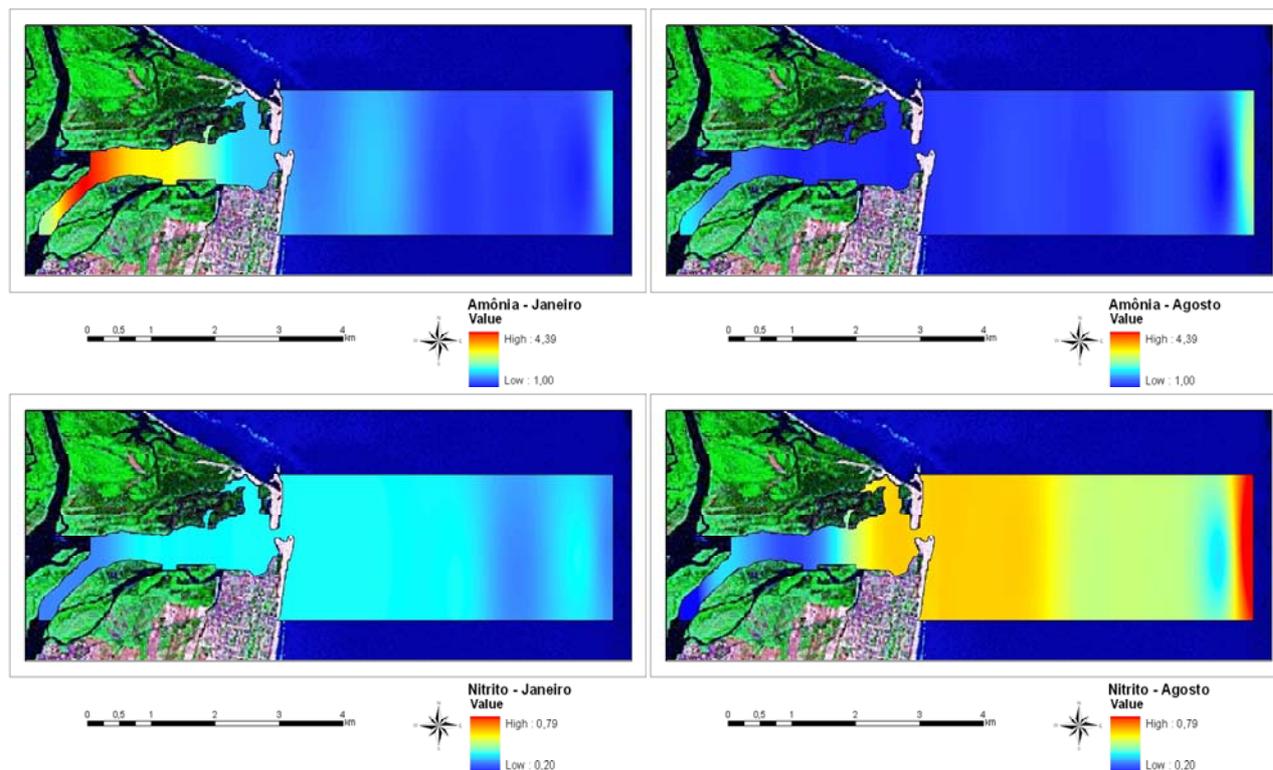


Figura 20 - Interpolação dos valores médios das concentrações (μM) de amônia e nitrito nos meses de janeiro e agosto de 2003.

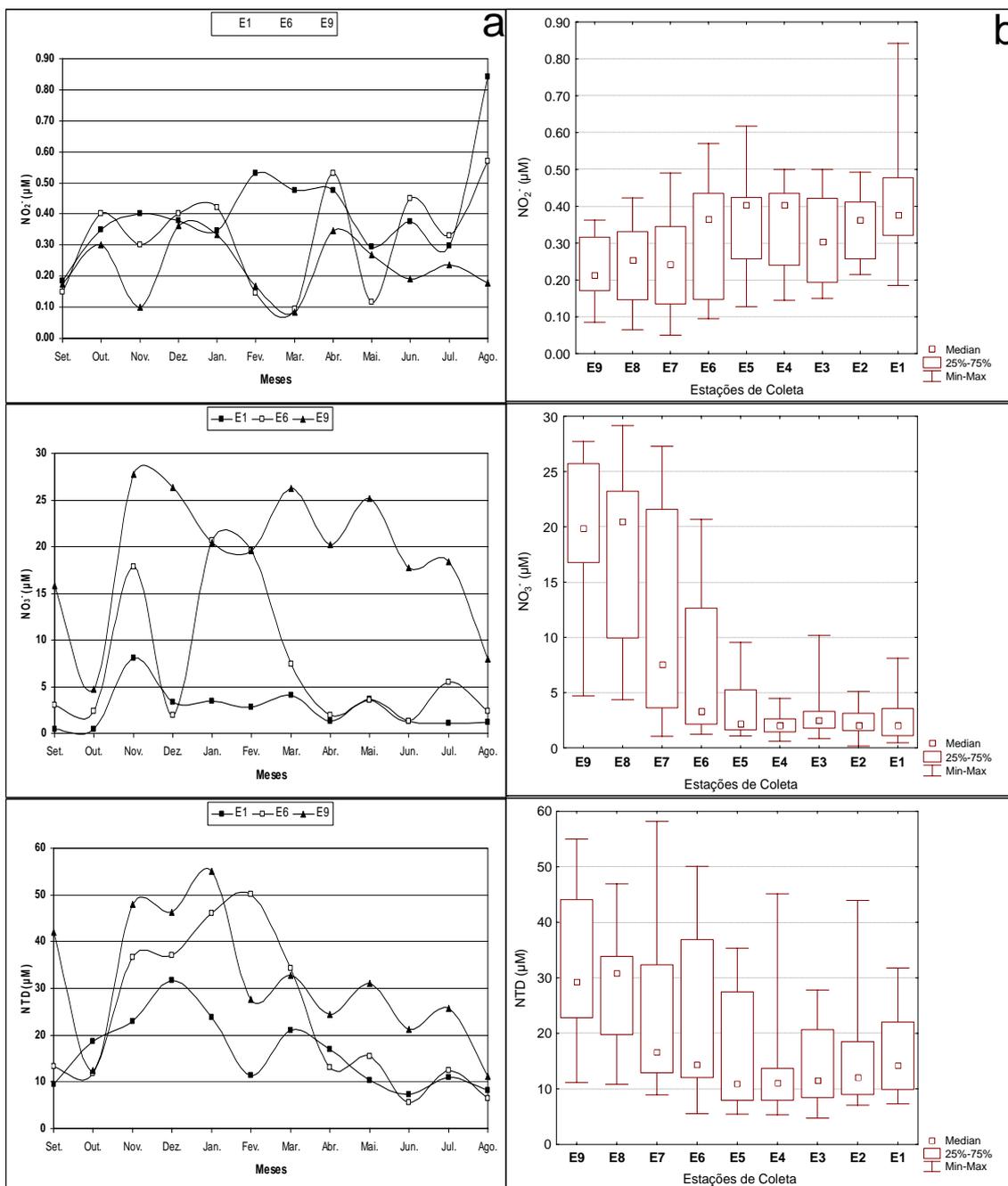


Figura 21 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores de valores de nitrito, nitrato e NTD ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

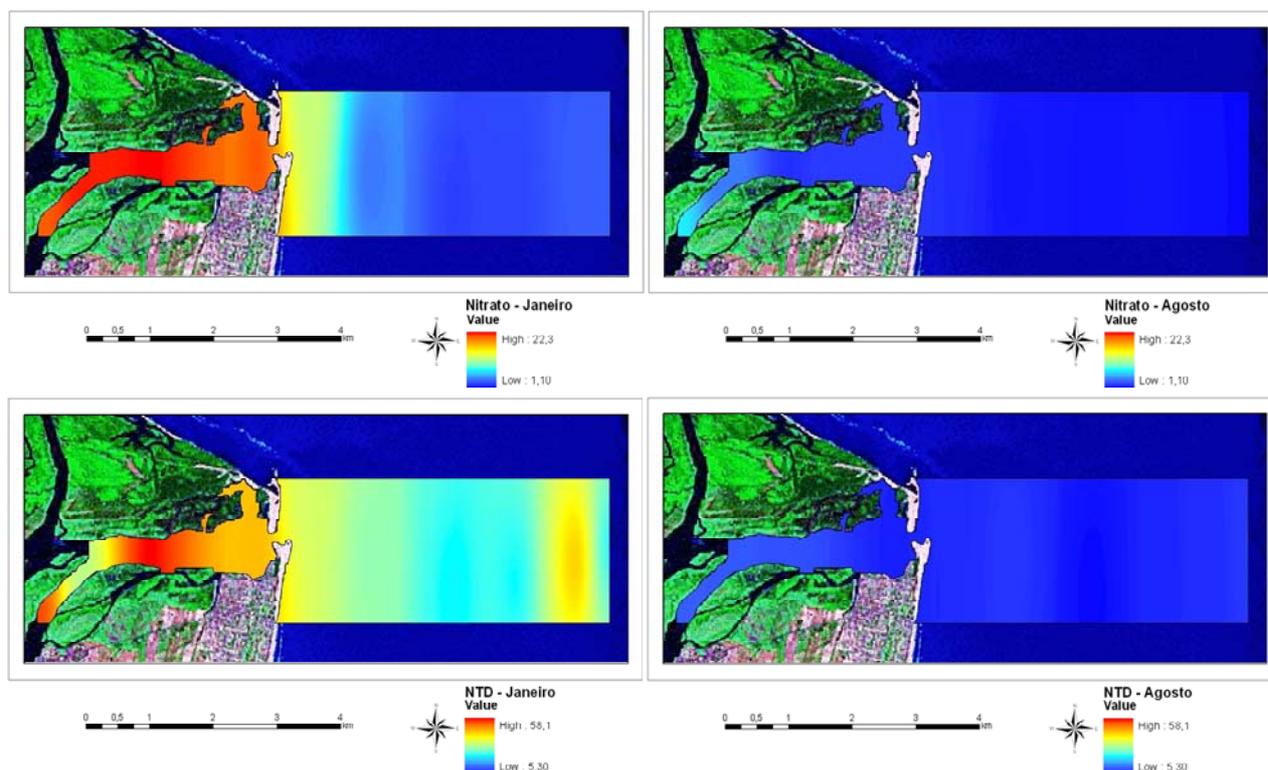


Figura 22 - Interpolação dos valores médios das concentrações (μM) de nitrato e nitrogênio total dissolvido (NTD) nos meses de janeiro e agosto de 2003.

Os valores médios da razão NID:PID variaram de 7,4 em agosto a 39,8 em dezembro. Os valores nos meses de outubro, novembro e dezembro foram maiores do que nos meses de setembro, abril, junho e agosto. Entre as estações de coleta, os valores médios variaram de 14,4 na estação 5, a 36,7 na estação 9. Os valores nas estações 8 e 9 foram significativamente maiores do que nas estações de 2 a 6 (Figura 23 e Tabela I).

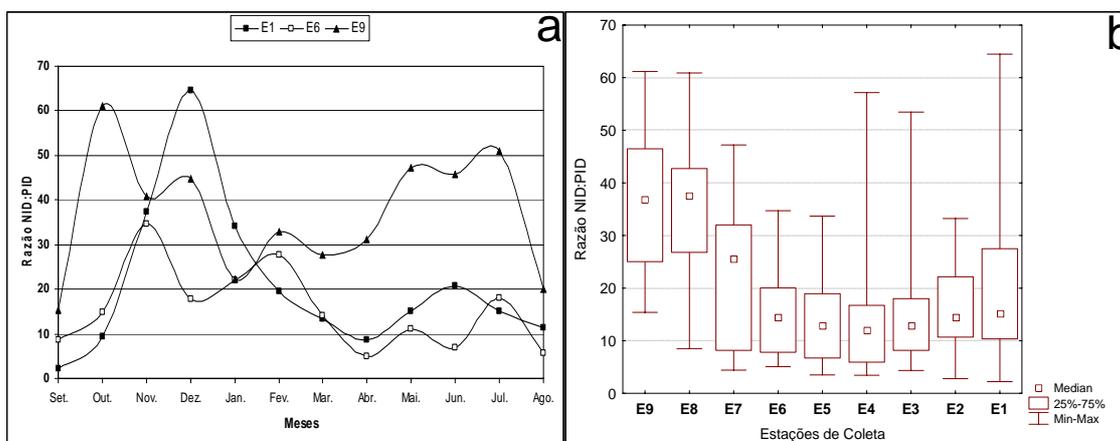


Figura 23 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores da razão NID:PID ao longo dos meses e das estações de coleta ($n=108$) nos anos de 2002/2003.

Também foram calculados os valores da razão Si:NID. Os valores médios variaram de 4,5 no mês de novembro a 17,7 no mês de outubro. Os valores no mês de outubro foram maiores do que os demais meses. Já entre as estações de coleta os valores médios variaram de 5,5 na estação 5 a 11,2 na estação 7. Porém não foram observadas diferenças significativas entre as estações de coleta (Figura 24, Tabela I e II).

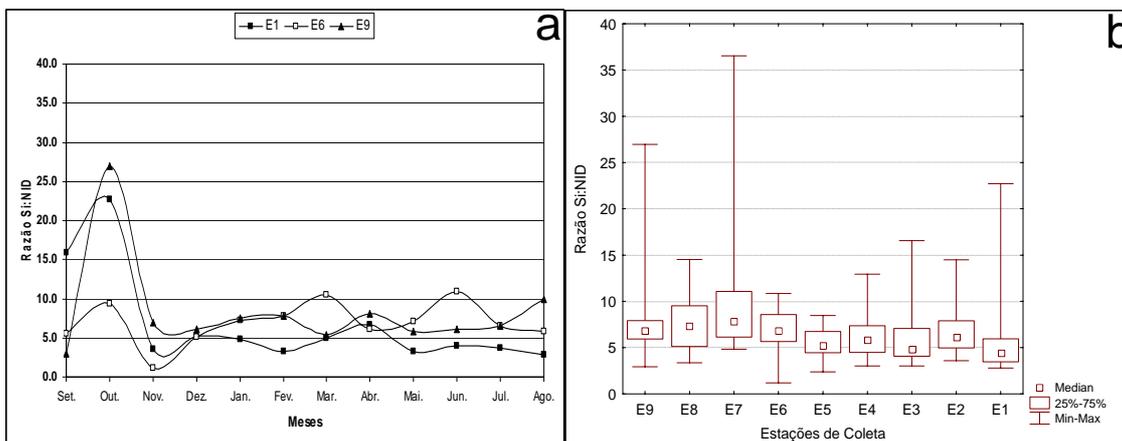


Figura 24 - Média mensal entre a superfície e fundo (a) e mediana, percentil, máximo e mínimo (b) dos valores da razão Si:NID ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

Tabela I - ANOVA referente às variáveis ambientais, MPS e clorofila-a no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas log (x+1). $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média.

Variável independente	Variáveis dependentes *	F	P	Teste t - p < 0,05
Profundidade	Salinidade	5.82575	0,01000	Min= fundo Max= superfície
	Temperatura	5.96991	0.01536	Min= fundo Max= superfície
	% Sat. Oxi.	1.72187	0.19085	-
	Alcalinidade	1.72652	0.19026	-
	MPS	5.87209	0.01621	Min= superfície Max= fundo
	pH	0.26462	0.60749	-
	PO ₄ ³⁻	0.11094	0.73940	-
	H ₄ SiO ₄	1.97436	0.16143	-
	NH ₄ ⁺	0.06681	0.79627	-
	NO ₂ ⁻	4.00459	0.04664	Min= superfície Max= fundo
	NO ₃ ⁻	1.57398	0.21099	-
	NTD	0.02994	0.86279	-
	Clh-a	0.36544	0.54613	-

Tabela II - ANOVAS referente às variáveis ambientais, MPS, clorofila-a, razão NID:PID e SID:NID no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média. ns= não significativo.

Variável independente	Variáveis dependentes*	F	p	Teste t - p < 0,05
Estações de Coleta	Salinidade	26,9723	0,00000	Min= E7, E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5 e E6.
	Temperatura	2,0722	0,04560	-
	% Sat. Oxi.	0,9313	0,49144	-
	Alcalinidade	20,1467	0,00000	Min= E7, E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5 e E6.
	MPS	5,0773	0,00002	Min=E8 e E9. Max= E5 e E6.
	Transparência	13,0749	0,00000	Min= E4, E5, E6, E7, E8 e E9. Max= E1, E2 e E3.
	pH	0,9985	0,44212	-
	PO ₄ ³⁻	5,5801	0,00000	Min= E1, E2, e E3. Max= E7, E8 e E9.
	H ₄ SiO ₄	25,1419	0,00000	Min= E1, E2, E3, E4, E5 e E6. Max= E7, E8, e E9.
	NH ₄ ⁺	3,4034	0,00170	Min= E3 e E4. Max= E9.
	NO ₂ ⁻	2,6988	0,00993	Min= E9. Max= E1.
	NO ₃ ⁻	18,0241	0,00000	Min= E1, E2, E3, E4 e E5. Max= E7, E8 e E9.
	NTD	3,9738	0,00040	Min= E3 e E4. Max= E8 e E9.
	Clh-a	2,7859	0,00800	ns
	Razão NID:PID	4,8307	0,0000	Min= E2, E3, E4, E5 e E6. Max= E8 e E9.
	Razão Si:NID	1,2892	0,2578	-

6.2 - Zooplâncton

6.2.1 - Composição do Zooplâncton:

Dentre as 114 amostras coletadas ao longo dos doze meses foi possível identificar um total de 131 táxons pertencentes a 15 filos assim distribuídos com o número de espécies: Copepoda (54), Cladocera (17), Rotifera (9), Chaetognatha (6), Appendicularia (4), Mysidacea (3), Decapoda (2), Siphonophora (2), Pteropoda-Thecosomata (1), Bryozoa, Bivalvia, Oligochaeta, Polychaeta, Cirripedia, Euphausiacea, Cumacea, Ostracoda, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Conchostraca, Stomatopoda, Insecta, Ictioplâncton, Scyphozoa, Hydrozoa, Ctenophora, Salpidae, Taliacea, Ascidiacea, Nematoda, Platyhelmenthes, Echinodermata, Phoronida, Acari e Foraminífera (Apêndice 3).

As espécies mais abundantes da classe Copepoda foram *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Bestiolina* sp, *Temora turbinata*, *Oithona hebes*, *Corycaeus speciosus*, *Euterpina acutifrons*, *Notodiaptomus conifer* e *Termocyclops crassus*.

Dentre as espécies mais abundantes de Cladocera estão *Penilia avirostris*, *Moina micrura*, *Simocephalus vetulus* e *Bosmina longirostris*. Já a Ordem Mysidacea foi representada pelas espécies *Bowniela brasiliensis*, *Promysis atlantica* e *Metamysidopsis* sp.

As espécies de Rotifera *Brachionus patulus* e *Platylabus quadricornis* foram as mais abundantes. O Filo Chaetognatha foi representado pelas espécies *Sagitta decipiens*, *Sagitta enflata*, *Sagitta friderici*, *Sagitta hispida* e *Sagitta tenuis*. As espécies de Appendicularia identificadas foram *Oikopleura dioica*, *Oikopleura fusiformis*, *Oikopleura longicauda*, *Oikopleura rufescens* e *Fritilaria* sp.

As outras espécies identificadas foram: *Lucifer faxoni* (Luciferidae), *Creceis acicula* (Pteropoda), *Lensia* sp, *Muggiaea kochi* (Sifonofora), *Xiphopaenaes kroyeri* (Penaeidae) e *Corophium* sp (Amphipoda).

6.2.2 - Riqueza de espécies e grupos zooplanctônicos:

O maior número médio de táxons ao longo do período de coleta foi registrado durante os meses de outubro (41 spp), agosto (39 spp) e maio (37 spp). Já o menor ocorreu durante o mês de janeiro (26 spp). Entretanto, não se observou diferenças significativas entre os meses de coleta (Tabela III). Já em relação ao local de coleta, os números de táxons encontrados nas estações da pluma estuarina foram

significativamente maiores do que os encontrados nas estações do estuário interno (Figura 25 e Tabela IV).

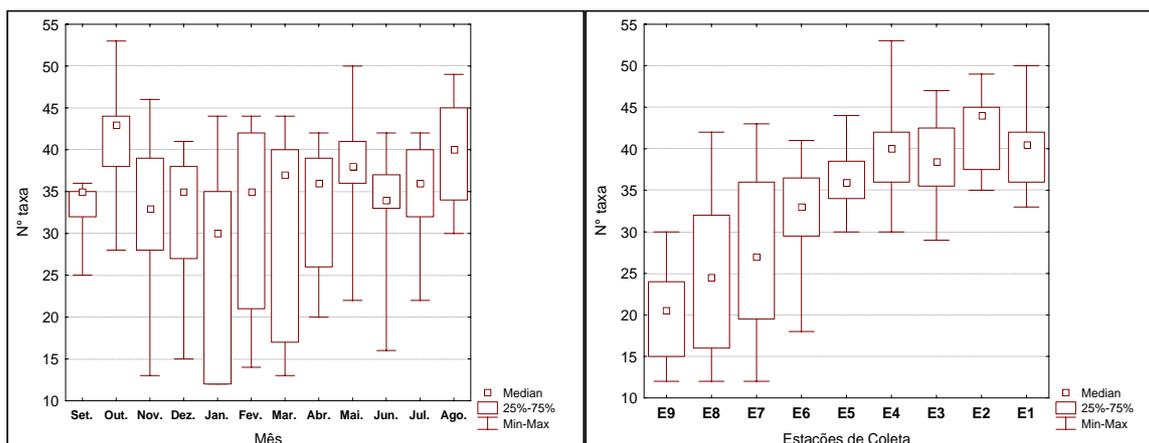


Figura 25 - Mediana, percentil, máximo e mínimo dos valores de riqueza de táxons ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

6.2.3 - Abundância do zooplâncton:

Copepoda foi o grupo mais representativo durante o período de estudo, representando 85,6% da abundância relativa total. Cladocera foi o segundo grupo mais abundante, com 4,3% da abundância relativa total. O Filo Mollusca, representado por Bivalvia e Pteropoda, teve uma abundância relativa total de 3,7%. Os demais grupos como Appendicularia, Larvas de Decapoda, Cirripedia, Ostracoda, Chaetognatha, dentre outros, apresentaram valores de abundância inferiores a 3% do total do zooplâncton (Figura 26).

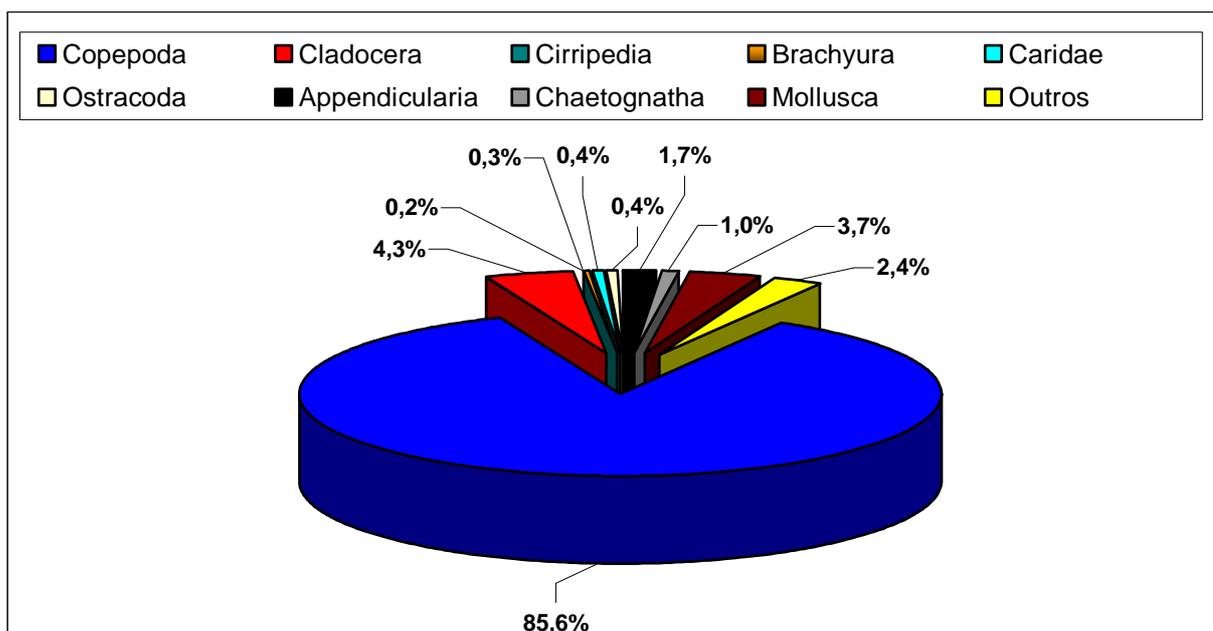


Figura 26 - Abundância relativa (%) dos principais grupos zooplânctônicos.

A abundância total do zooplâncton não apresentou diferenças significativas entre os meses de coleta (Tabela III). Apesar disso, as maiores abundâncias ocorreram no período seco e as menores no período chuvoso. Em relação ao local de coleta, a abundâncias nas estações 8 e 9, localizadas na zona fluvial do estuário interno, foram significativamente menores do que o observado nas demais estações de coleta (Figura 27 e Tabela IV).

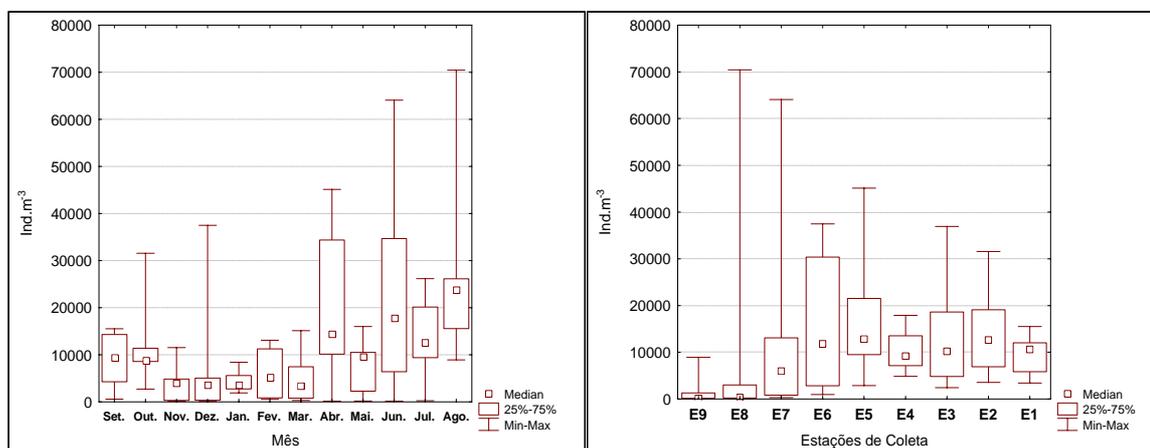


Figura 27 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total do zooplâncton ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

Em relação às abundâncias das espécies e grupos, o Copepoda *Paracalanus parvus* foi a espécie mais abundante durante o período de estudo, principalmente no mês de agosto, com 11.675 Ind.m⁻³ na estação 2. Essa espécie não apresentou diferenças significativas em termos de variabilidade temporal (Tabela III). Entretanto, a mesma apresentou uma variação espacial, onde a abundância das estações 7, 8 e 9 foram significativamente menores do que a das demais estações de coleta (Apêndice 4, Figuras 28 e 29 e Tabela IV).

Outra espécie abundante foi *Oithona hebes*, a qual ocorreu com maiores valores de abundância no mês de junho, com 25.821 Ind.m⁻³ na estação 7 e no mês de agosto, com 31.782 Ind.m⁻³ na estação 8. Essa espécie apresentou variabilidade temporal, onde a sua abundância no mês de agosto foi significativamente maior do que nos meses de novembro e março (Tabela III). O mesmo aconteceu em termos de variação espacial, onde a abundância média da estação 8 foi significativamente menor do que as das estações 5, 6 e 7 e a abundância da estação 9 foi significativamente menor do que a das estações localizadas na pluma e na entrada do estuário (E6). Porém no mês de janeiro sua abundância foi maior na pluma

estuarina, enquanto que no mês de agosto foi maior no estuário interno (Apêndice 4, Figuras 28 e 29 e Tabela IV).

A espécie *Bestiolina* sp foi mais abundante no mês de dezembro, com 15.436 Ind.m⁻³ na estação 6, no mês de julho, com 13.878 Ind.m⁻³ na estação 6 e no mês de agosto, com 16.400 Ind.m⁻³ na estação 8. A abundância média do mês de agosto foi significativamente maior do que a dos meses de novembro, janeiro e março (Tabela III). Em termos de variabilidade espacial, a abundância das estações 4, 5, 6 e 7 foram significativamente maiores do que as demais estações. No período chuvoso (dezembro) essa espécie ocorreu principalmente na pluma estuarina e no período seco (julho e agosto) no estuário interno (Apêndice 4, Figuras 28 e 30 e Tabela IV).

Já a espécie *Temora turbinata* teve um pico de abundância no mês de outubro, com 17.322 Ind.m⁻³ na estação 2. Em termos de variabilidade temporal não houve diferenças significativas, apesar das médias terem sido superiores no mês de outubro (Tabela III). Espacialmente a abundância das estações localizadas na pluma estuarina foi significativamente maior do que as das estações 7, 8 e 9 do estuário interno (Apêndice 4, Figuras 30 e 31 e Tabela IV).

A espécie *Acartia lilljeborgi* foi abundante principalmente no mês de setembro, com 3.733 Ind.m⁻³ na estação 7, no mês de abril, com 7.213 Ind.m⁻³ na estação 6, no mês de junho, com 2.964 Ind.m⁻³ na estação 5 e no mês de agosto, com 3.082 Ind.m⁻³ na estação 8. A abundância média desta espécie nos meses de setembro, abril e junho e agosto foram significativamente maiores do que nos meses de outubro à março (Tabela III). Espacialmente a abundância média nas estações 5 e 6 foram significativamente maiores do que na estação 9, embora sua abundância tenha sido maior na pluma durante o mês de janeiro e no interior do estuário durante o mês de agosto (Apêndice 4, Figuras 31 e 32 e Tabela IV).

Já a espécie *Acartia tonsa* foi abundante no mês de abril, com 19.721 Ind.m⁻³ na estação 5 e no mês de junho, com 14.124 Ind.m⁻³ na estação 7. A abundância média dos meses de junho e agosto foram significativamente maiores do que as dos meses de outubro à março (Tabela III). Espacialmente a abundância média da estação 6 foi significativamente maior do que a da estação 9 (Apêndice 4, Figuras 31 e 32 e Tabela IV).

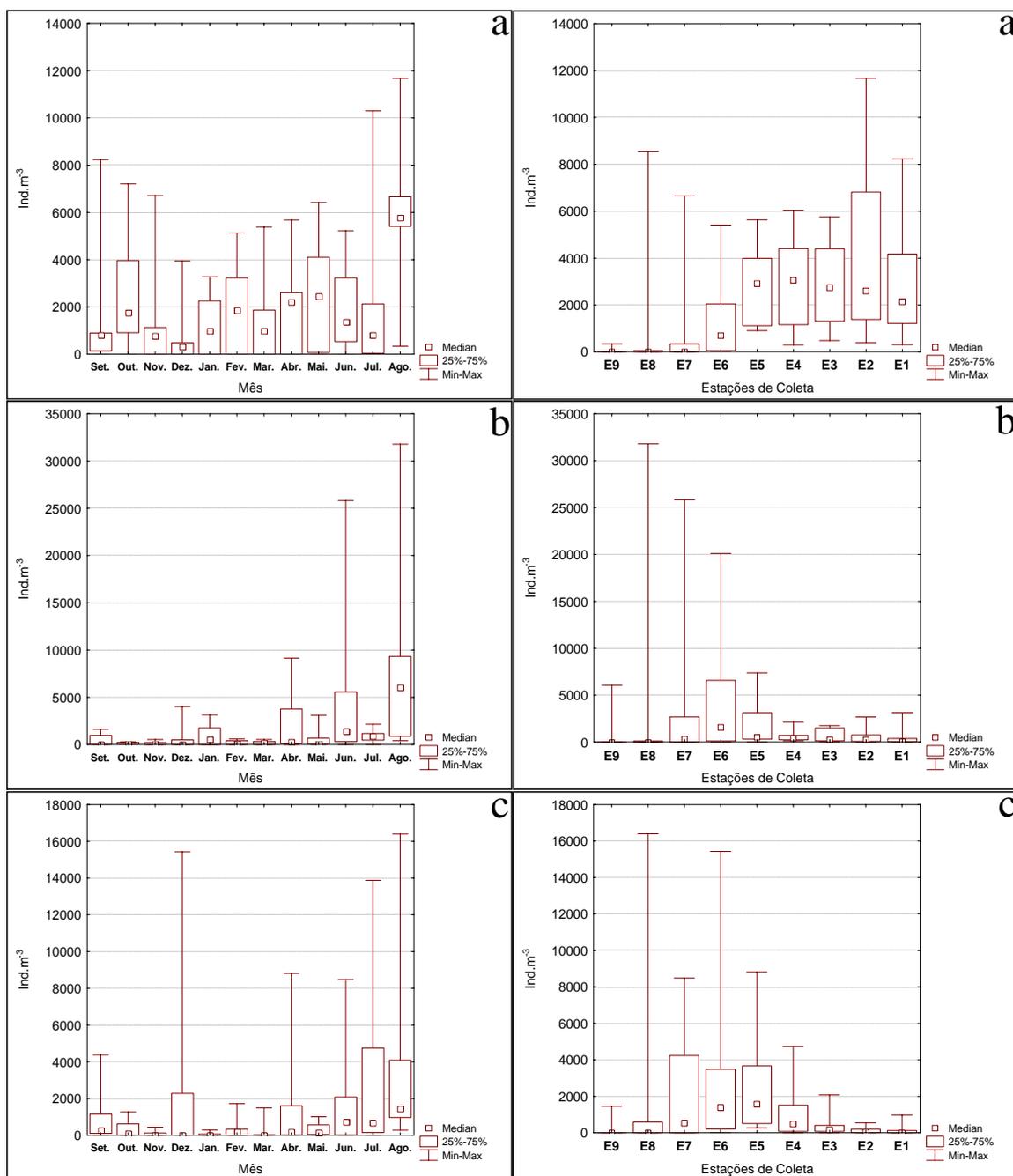


Figura 28 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de *P. parvus* (a), *O. hebes* (b) e *Bestiolina sp* (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

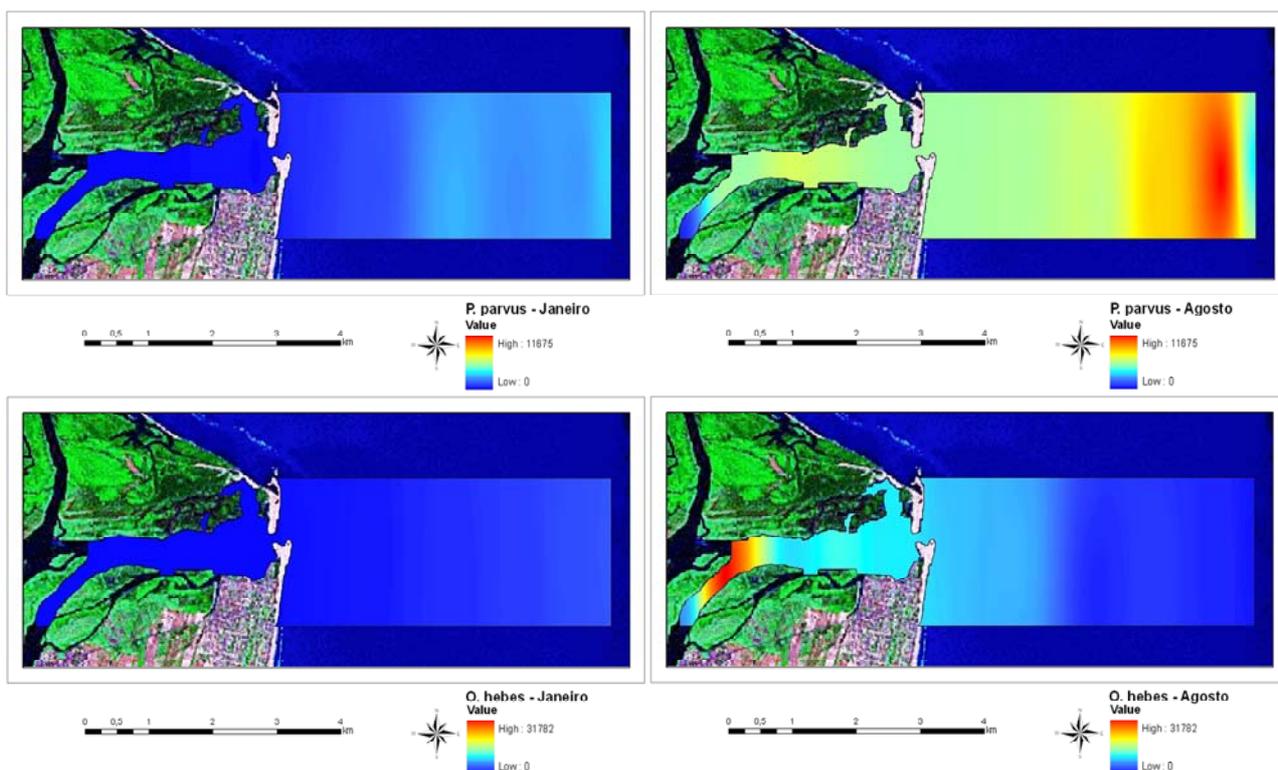


Figura 29 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m⁻³) dos copépodes *P. parvus* e *O. hebes* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

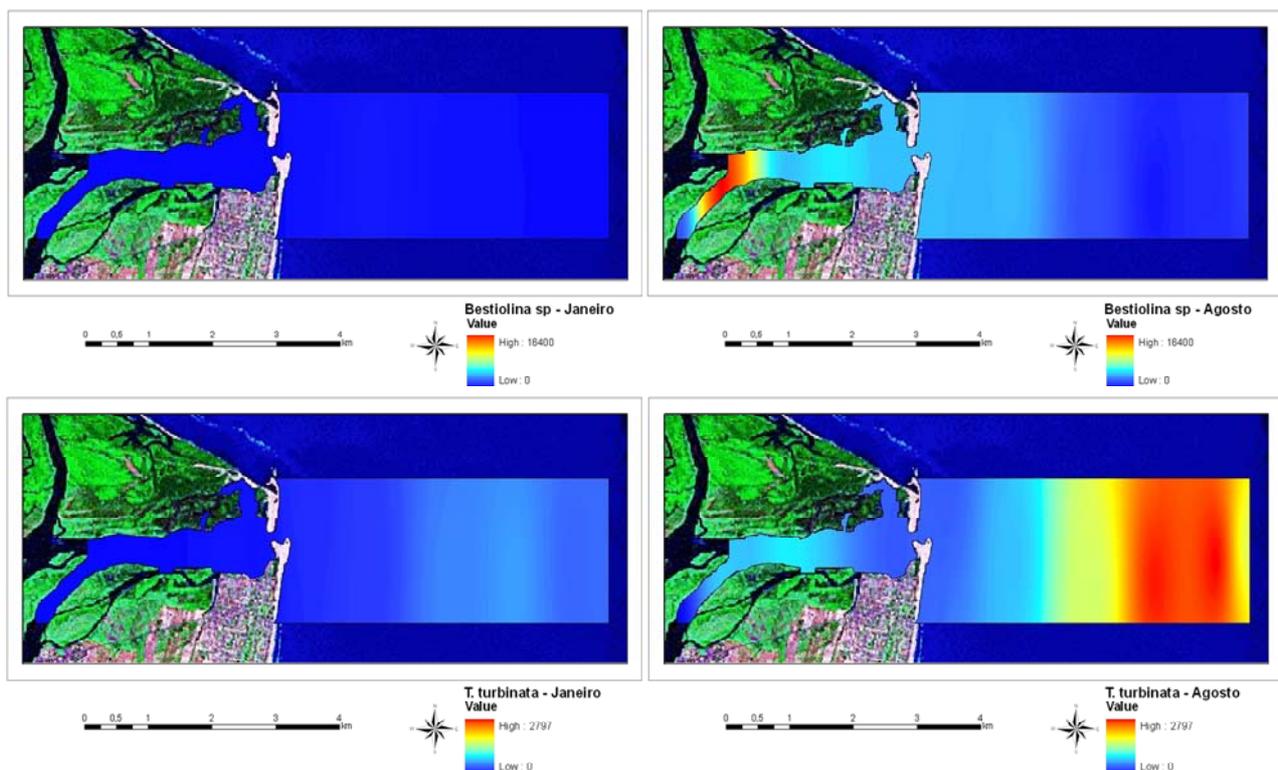


Figura 30 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m⁻³) dos copépodes *Bestiolina sp* e *T. turbinata* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

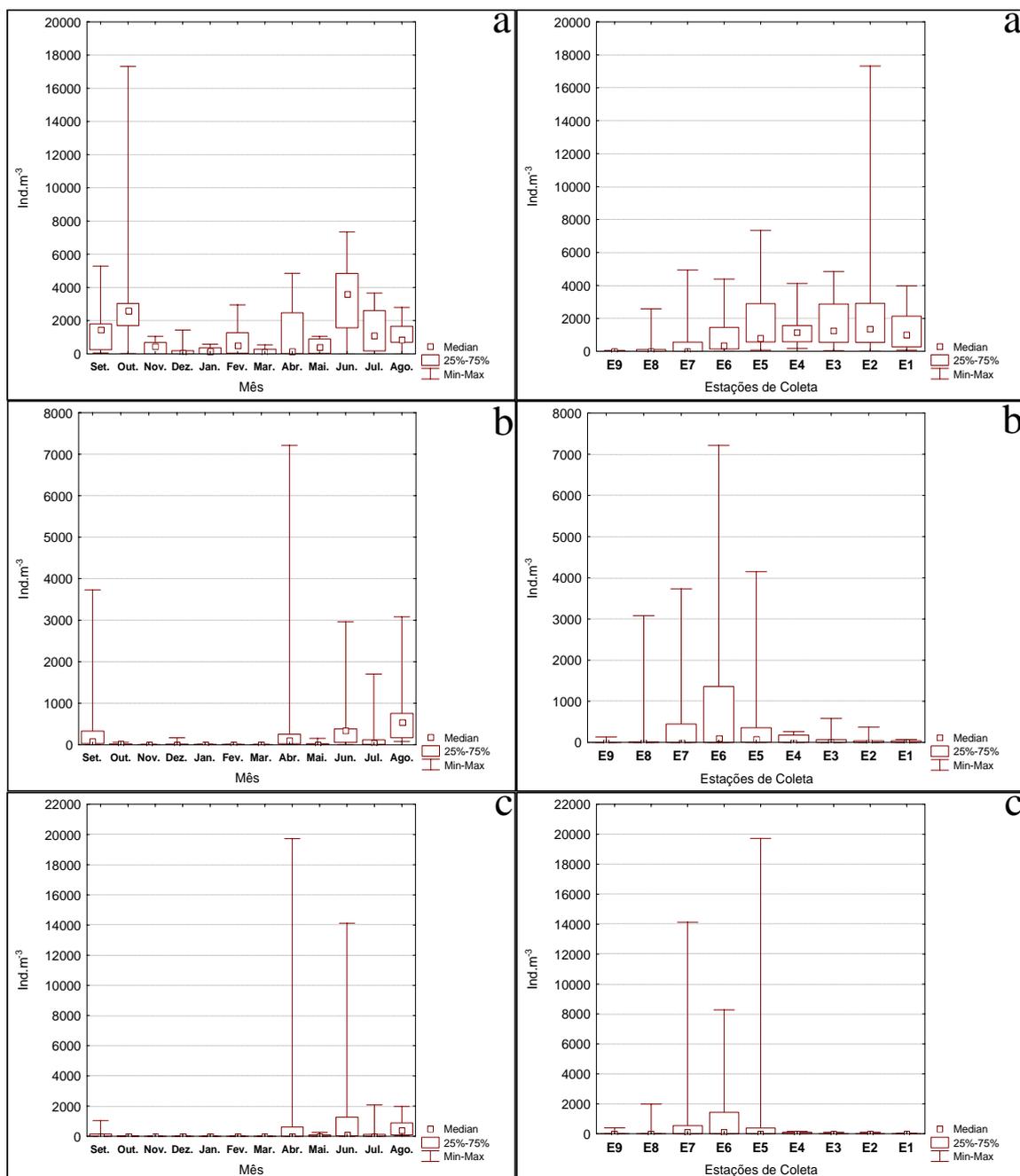


Figura 31 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de *T. turbinata* (a), *A. lilljeborgi* (b) e *A. tonsa* (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

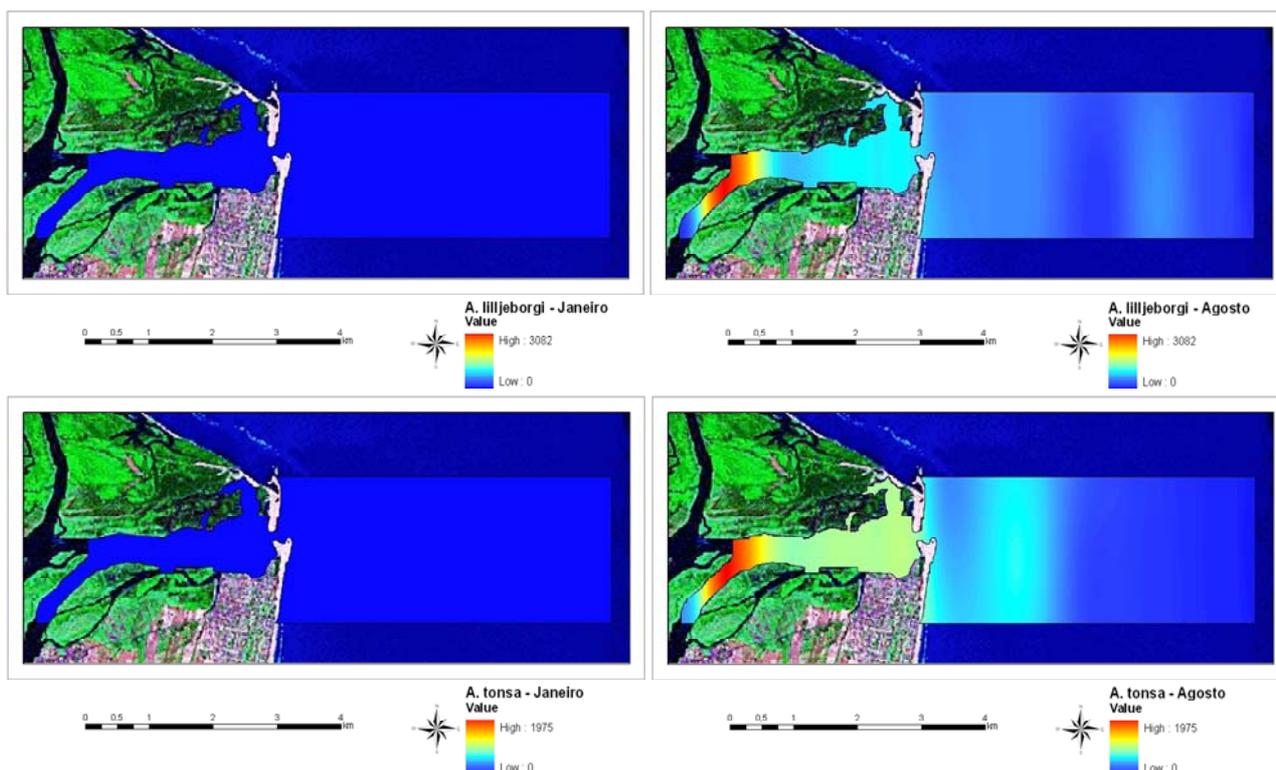


Figura 32 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m^{-3}) dos copépodes *A. lilljeborgi* e *A. tonsa* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

Parvocalanus crassirostris foi mais abundante no mês de dezembro, com 7.008 Ind.m^{-3} na estação 6 e no mês de agosto, com 3.255 Ind.m^{-3} na estação 2. A análise de variância mostrou que não houve diferenças significativas em termos de variabilidade temporal para essa espécie (Tabela III). Especialmente a abundância média nas estações 8 e 9 foi significativamente menor do que nas demais estações (Apêndice 4, Figuras 33 e 34 e Tabela IV).

Outra espécie de Copepoda abundante foi *Corycaeus speciosus* no mês de dezembro, com 1.637 Ind.m^{-3} na estação 2, no mês de maio, com 1.721 Ind.m^{-3} na estação 1, no mês de junho, com 1.647 Ind.m^{-3} na estação 3, e no mês de julho, com 1.523 Ind.m^{-3} na estação 3. A análise de variância mostrou que não houve diferenças significativas em termos de variabilidade temporal para essa espécie (Tabela III). Especialmente as abundâncias médias nas estações localizadas na pluma estuarina foram significativamente maiores do que nas estações localizadas no estuário interno (Apêndice 4, Figuras 33 e 34 e Tabela IV).

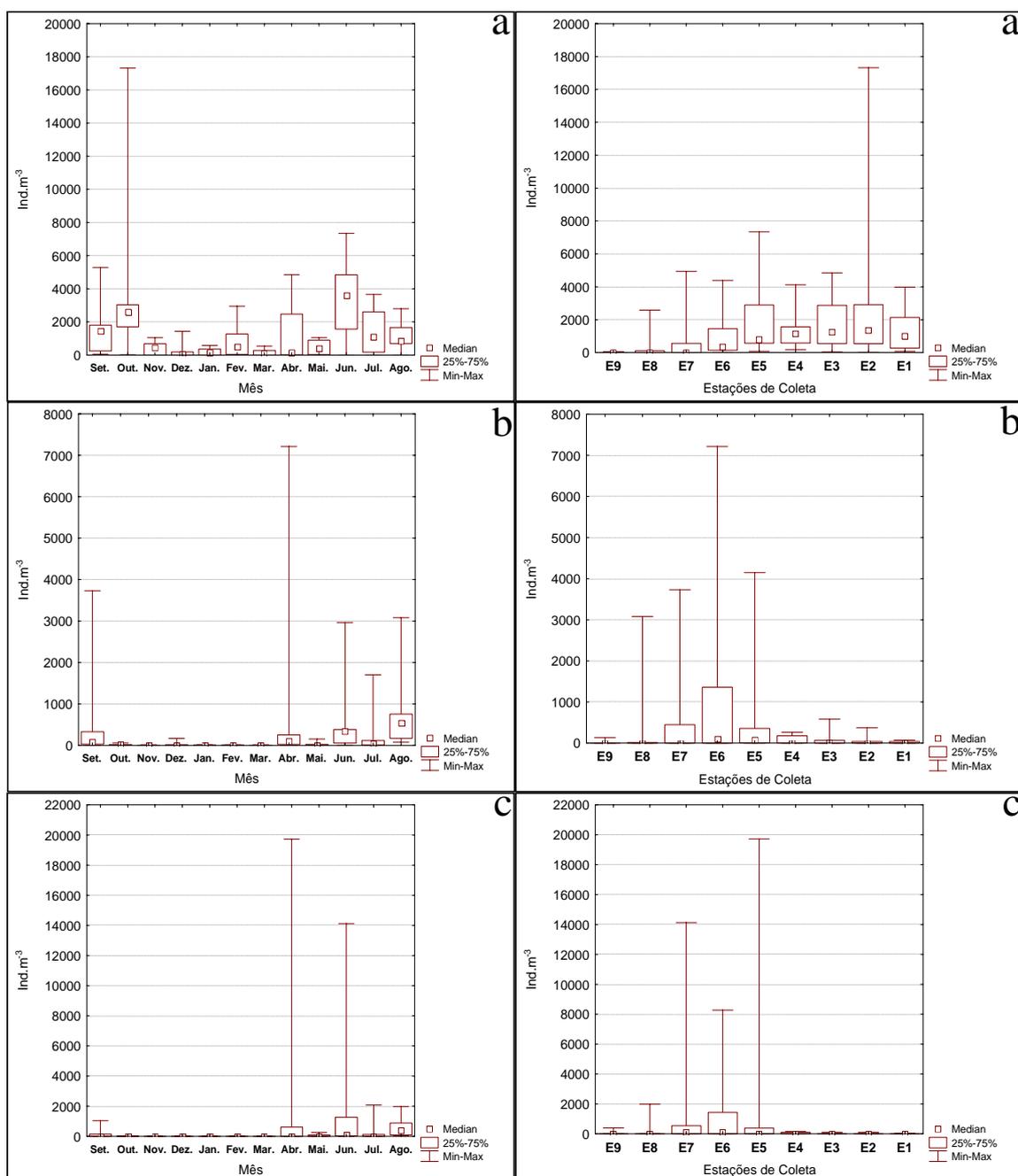


Figura 33 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de *P. crassirostris* (a), *C. speciosus* (b) e *E. acutifrons* (c) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

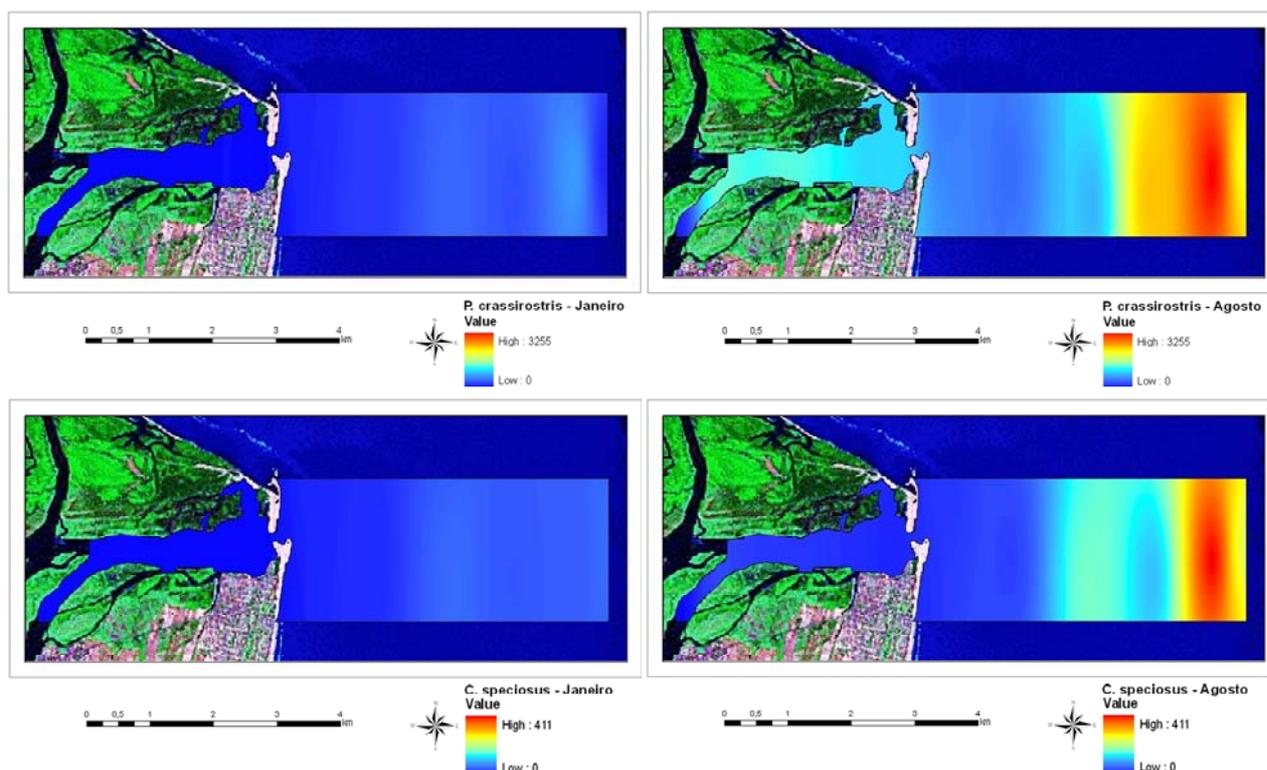


Figura 34 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m^{-3}) dos copépodes *P. crassirostris* e *C. speciosus* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

Euterpina acutifrons foi abundante na estação 5 no mês de setembro, com 2.591 Ind.m^{-3} , no mês de dezembro, com 3.173 Ind.m^{-3} , no mês de junho, com 2.498 Ind.m^{-3} e na estação 6 no mês de julho, com 2.267 Ind.m^{-3} . A abundância média dos meses de julho, setembro e outubro foram significativamente maiores do que a dos meses de janeiro e março (Tabela III). Especialmente a abundância média das estações da pluma estuarina e da entrada do estuário (E6) foi significativamente maior do que as demais estações (Apêndice 4, Figuras 33 e 35 e Tabela IV).

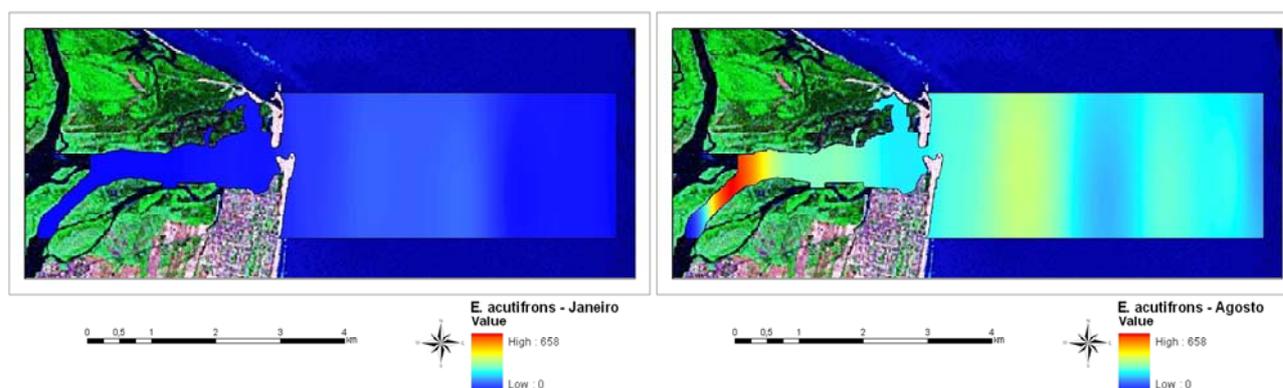


Figura 35 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m^{-3}) do copépode *E. acutifrons* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

Copépodes de água doce foram os mais abundantes na zona fluvial do estuário. *Notodiaptomus conifer* foi abundante na estação 7 no mês de fevereiro, com 229 Ind.m⁻³ e na estação 8, com 114 Ind.m⁻³. A abundância média do mês de fevereiro foi significativamente maior do que a dos meses de setembro à dezembro (Tabela III). Especialmente a abundância média das estações 8 e 9 foi significativamente maior do que as demais estações (Apêndice 4, Figuras 36 e 37 e Tabela IV).

Já *Thermocyclops crassus* foi abundante no mês de janeiro, na estação 6, com 207 Ind.m⁻³ e na estação 7, com 229 Ind.m⁻³. A abundância média do mês de janeiro foi significativamente maior do que a dos meses de agosto e setembro (Tabela III). Especialmente a abundância média das estações 7, 8 e 9 foi significativamente maior do que as demais estações (Apêndice 4, Figuras 36 e 37 e Tabela IV).

Os cladóceros também foram abundantes na zona fluvial do estuário. A espécie *Moina micrura* foi abundante no mês de janeiro na estação 6, com 2.242 Ind.m⁻³ e na estação 7, com 3.226 Ind.m⁻³. Outra espécie abundante foi *Simocephalus vetulus*, na estação 6, com 78 Ind.m⁻³, e na estação 7 com 76 Ind.m⁻³. A abundância de *Moina micrura* no mês de janeiro foi significativamente maior do que o observado nos demais meses. Já a abundância média de *Simocephalus vetulus* no mês de janeiro foi significativamente maior do que nos meses de abril e agosto (Tabela III). Especialmente a abundância média das duas espécies nas estações 7, 8 e 9 foi significativamente maior do que nas demais estações (Apêndice 4, Figuras 38 e 39 e Tabela IV).

Larvas de Caridae também foram abundantes na zona fluvial durante o mês de fevereiro, aonde a sua abundância chegou a 297 Ind.m⁻³. A abundância média no mês de fevereiro foi significativamente maior do que a dos meses de março, maio, junho e agosto (Tabela III). Especialmente não foram observadas diferenças significativas, embora a abundância média nas estações do estuário interno tenham sido maiores (Apêndice 4, Figuras 40 e 41 e Tabela IV).

Já Pteropoda foi mais abundante no mês de junho na estação 5, com 3.579 Ind.m⁻³. Entretanto não foram observadas diferenças significativas entre os meses de coleta (Tabela III). Especialmente a abundância média das duas espécies nas estações 8 e 9 foi significativamente menor do que as demais estações (Apêndice 4, Figuras 40 e 41 e Tabela IV).

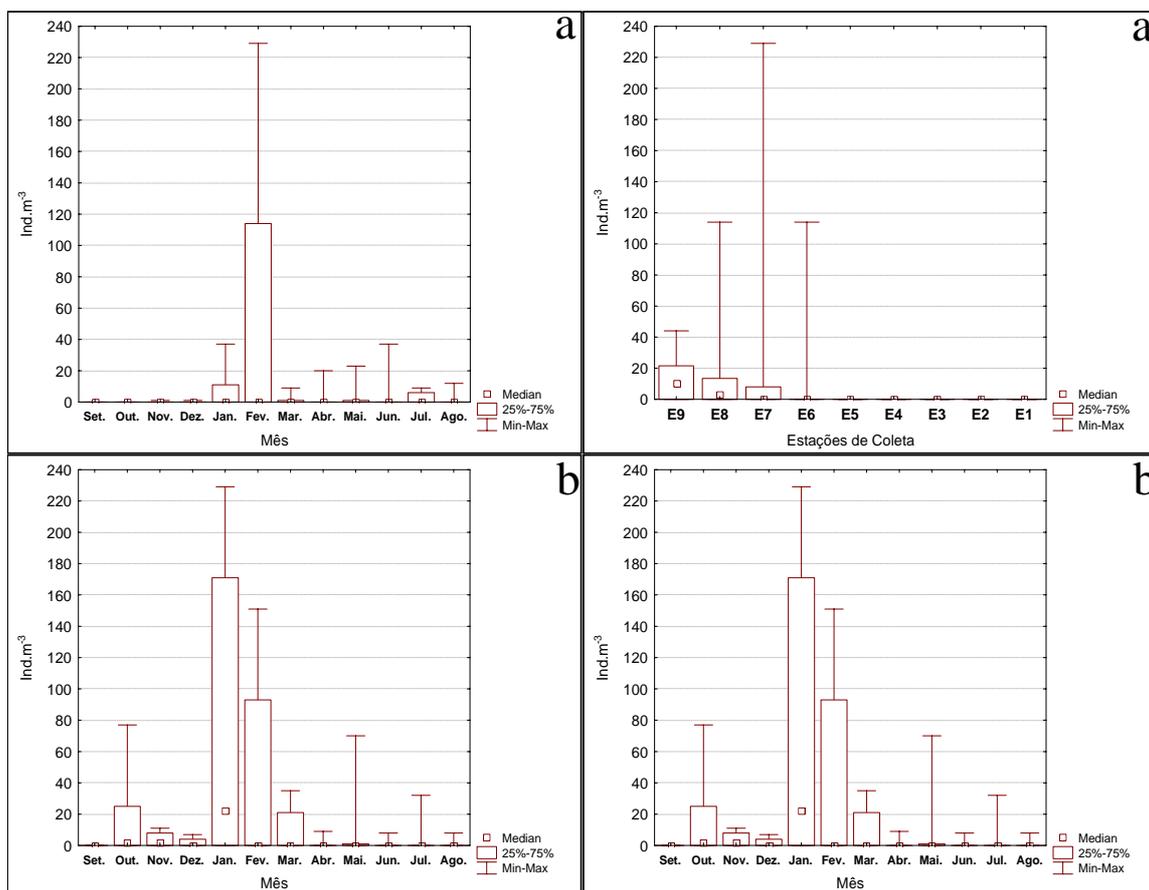


Figura 36 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de *N. conifer* (a) e *T. crassus* (b) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

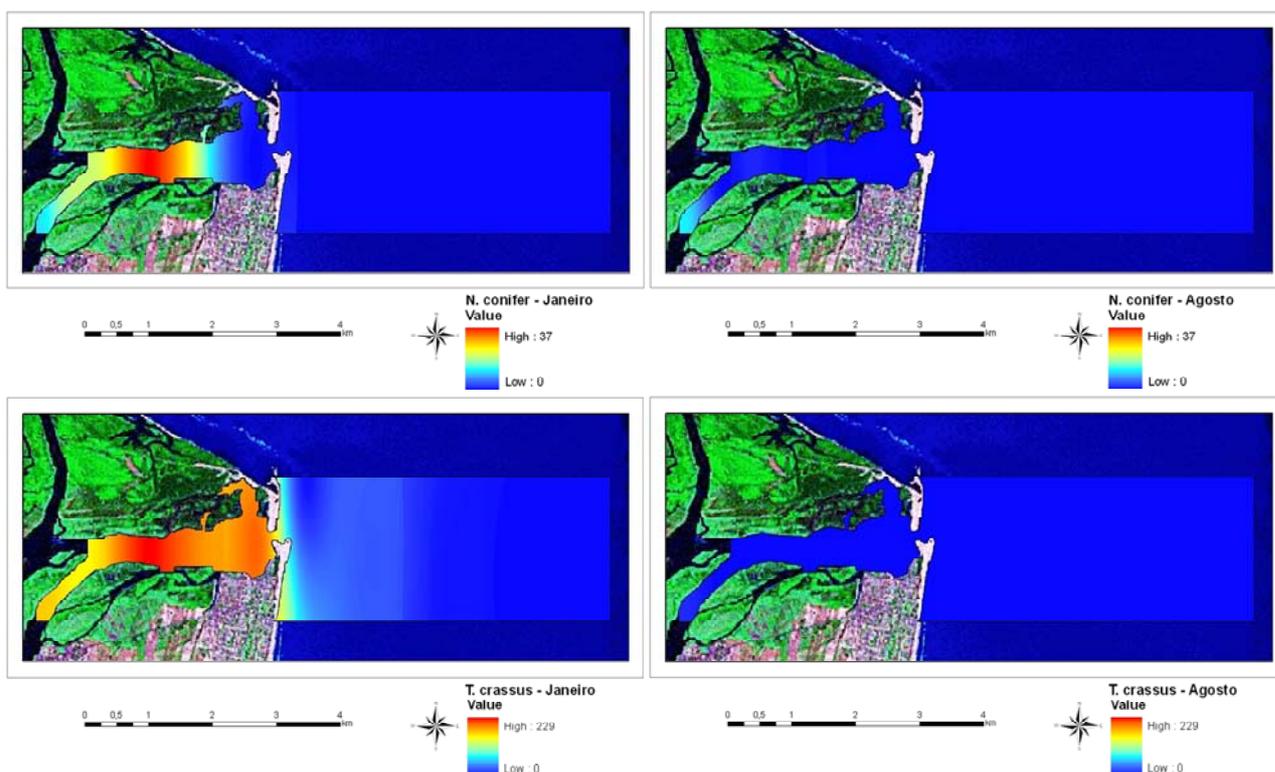


Figura 37 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m⁻³) dos copépodos *N. conifer* e *T. crassus* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

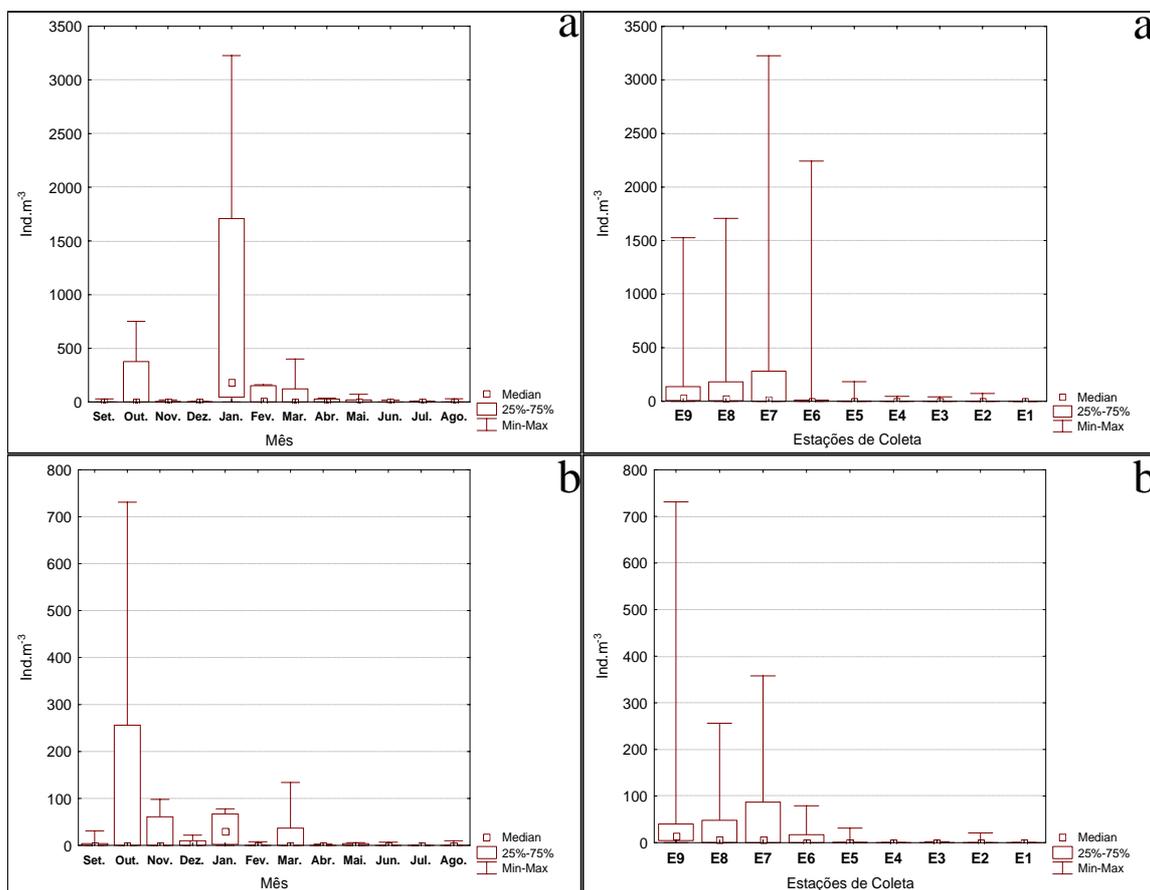


Figura 38 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de *M. micrura* (a) e *S. vetalus* (b) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

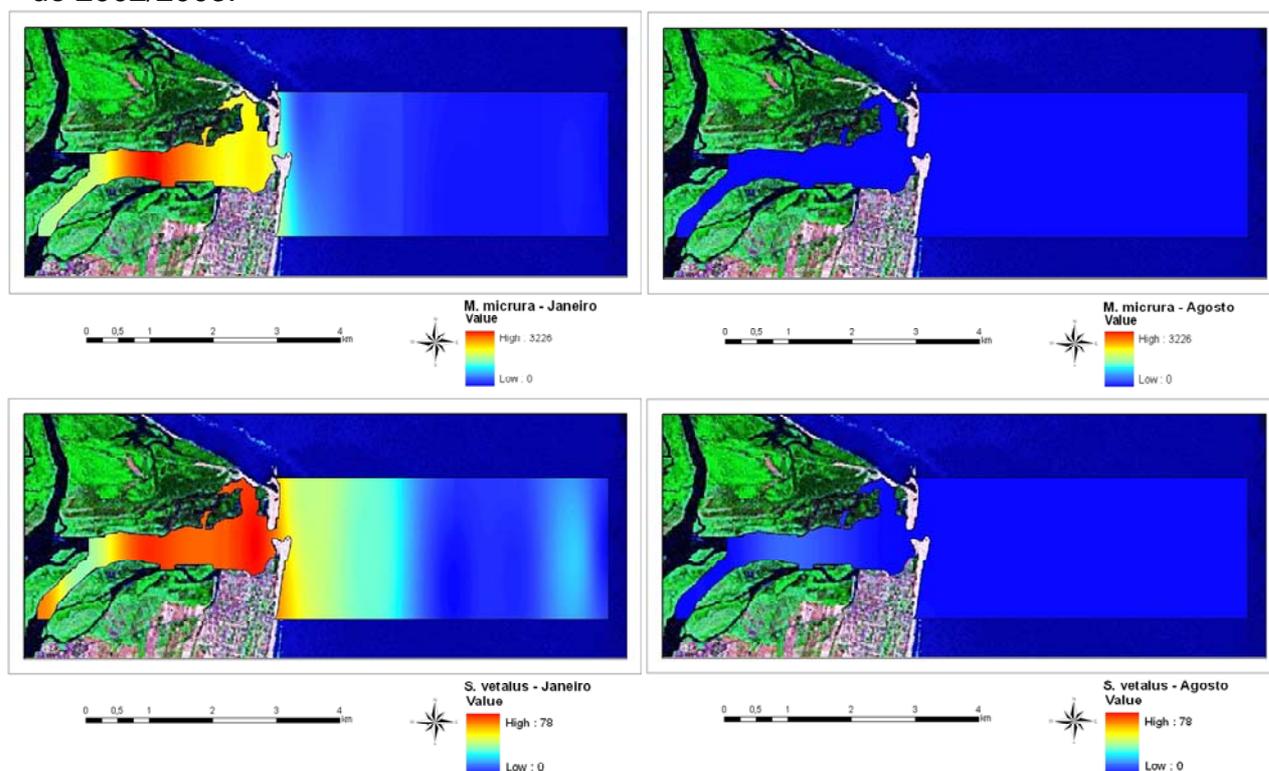


Figura 39 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m⁻³) dos cladoceros *M. micrura* e *S. vetalus* nos meses de janeiro e agosto de 2003.

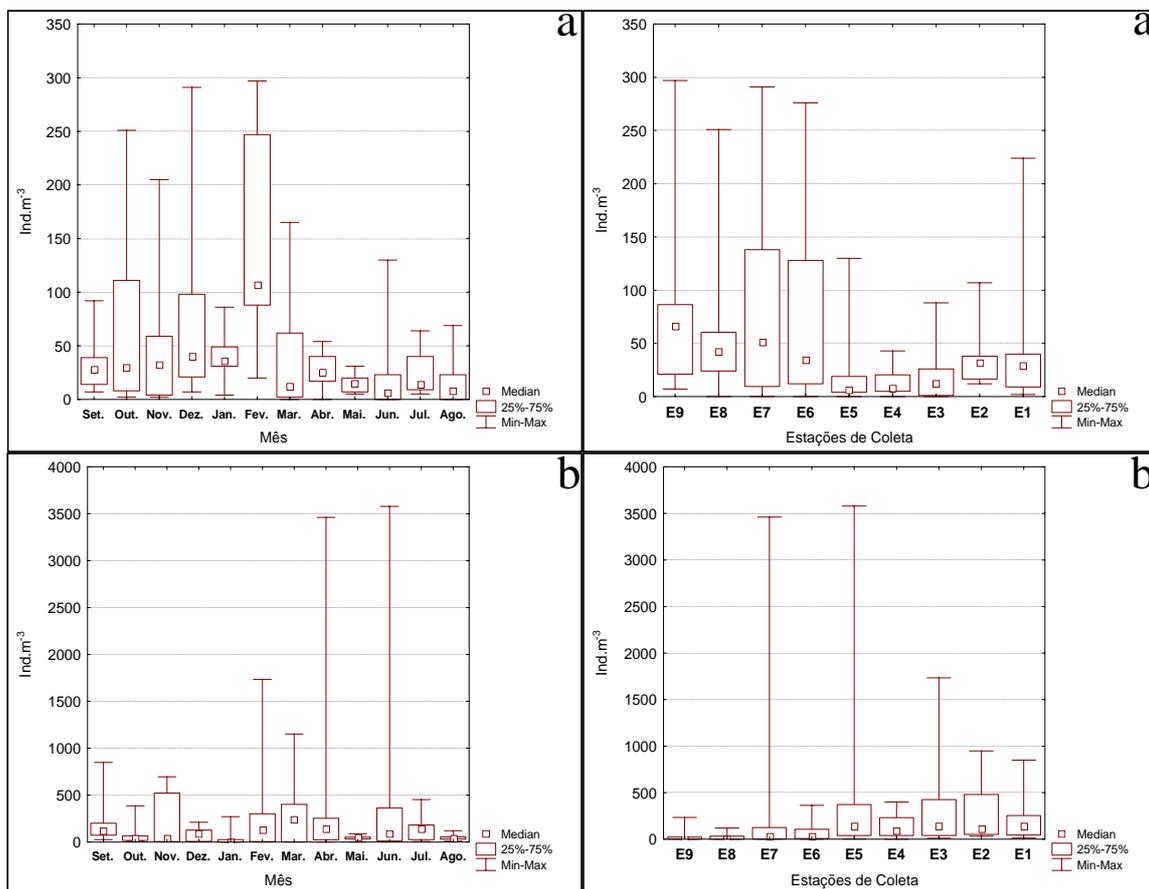


Figura 40 - Mediana, percentil, máximo e mínimo da abundância total de Caridae (a) e Pteropoda (b) ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

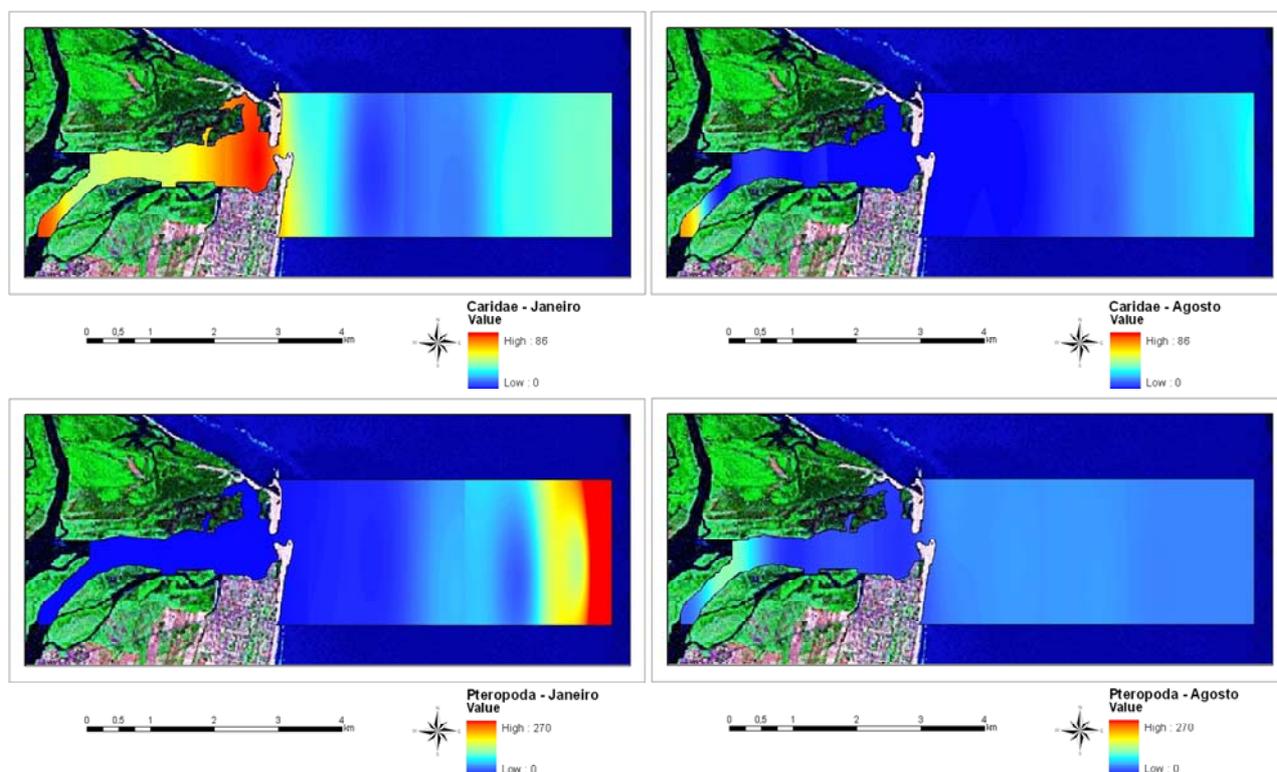


Figura 41 - Interpolação dos valores de abundância (Ind.m^{-3}) de Caridae e Pteropoda nos meses de janeiro e agosto de 2003.

6.2.4 - Diversidade e Equitabilidade do Zooplâncton:

Os maiores valores médios de diversidade ocorreram no mês de julho com $2,20 \text{ bits.ind}^{-1}$, enquanto que os menores ocorreram no mês de janeiro com $1,33 \text{ bits.ind}^{-1}$. A diversidade média do mês de janeiro foi significativamente menor do que a média dos demais meses. Entre as estações de coleta, a diversidade média da estação 7 foi significativamente menor do que o observado nas estações 1 a 4, localizadas na pluma estuarina (Figura 42 e Tabela V).

Os valores de equitabilidade acompanharam os padrões da diversidade com os maiores valores ocorrendo no mês de julho, 0,62, e os menores no mês de janeiro, 0,40. A média no mês de janeiro foi significativamente menor do que a média nos demais meses. Entre as estações de coleta, a equitabilidade média da estação 7 foi significativamente menor do que a da estação 9 (Figura 42 e Tabela V).

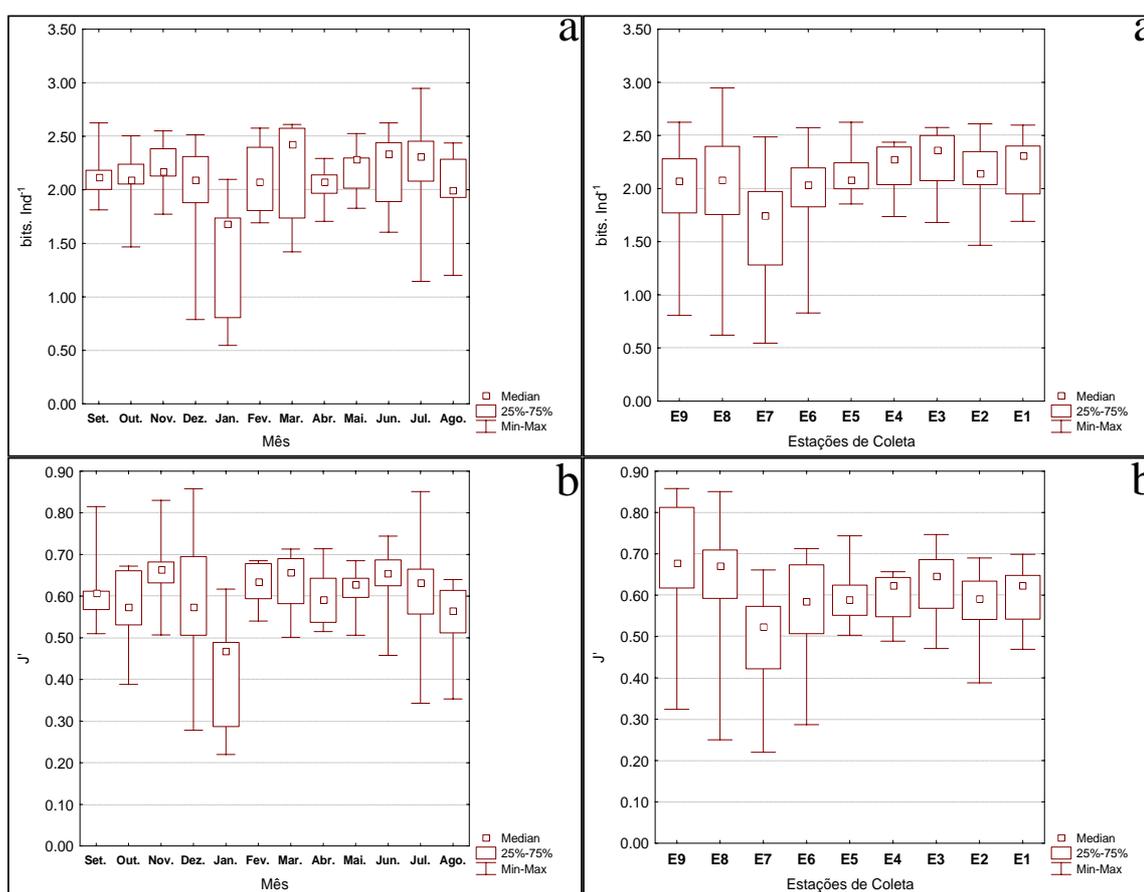


Figura 42 - Mediana, percentil, máximo e mínimo dos valores de diversidade (a) e equitabilidade (b) da comunidade zooplanctônica ao longo dos meses e das estações de coleta (n=108) nos anos de 2002/2003.

Tabela III - ANOVAS sobre os valores de abundância do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média. ns.= não significativo.

Variável independente	Variáveis dependentes*	F	p	Teste t - p < 0,05
Mês	<i>A. lilljeborgi</i>	10,4594	0,00000	Min= out, nov, dez, jan, fev e mar. Max= set, abr, jun e ago.
	<i>A. tonsa</i>	7,7546	0,00000	Min= out, nov, dez, jan, fev e mar. Max= jun e ago.
	<i>P. parvus</i>	1,0719	0,39193	-
	<i>P. crassirostris</i>	1,7810	0,06782	-
	<i>Bestiolina</i> sp	3,0854	0,00138	Min= nov, jan e mar. Max= ago.
	<i>T. turbinata</i>	2,4751	0,00894	ns
	<i>O. hebes</i>	2,4282	0,01030	Min= nov e mar. Max= ago.
	<i>C. speciosus</i>	0,8171	0,62303	-
	<i>E. acutifrons</i>	3,6217	0,00026	Min= jan e mar. Max= set, out e jul.
	<i>N. conifer</i>	2,3156	0,01443	Min= set, out, nov e dez. Max= fev.
	<i>T. crassus</i>	2,4989	0,00832	Min= set e ago. Max= jan.
	<i>M. micrura</i>	4,9474	0,00000	Min= set, out, nov, dez, mar, abr, mai, jun, jul e ago. Max= jan.
	<i>S. vetalus</i>	2,9889	0,00186	Min= abr e ago. Max= jan.
	Caridae	3,5522	0,00032	Min= mar, mai, jun e ago. Max= fev.
	Pteropoda	1,1936	0,30187	-

Tabela IV - ANOVAS sobre os valores de abundância do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média. ns= não significativo.

Variável independente	Variáveis dependentes *	F	p	Teste t - p < 0,05
Estações de Coleta	<i>A. lilljeborgi</i>	2,8795	0,00633	Min= E9. Max= E5 e E6.
	<i>A. tonsa</i>	3,5556	0,00116	Min= E9. Max= E6.
	<i>P. parvus</i>	30,5408	0,00000	Min= E7, E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5 e E6.
	<i>P. crassirostris</i>	10,9924	0,00000	Min= E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7.
	<i>Bestiolina</i> sp	7,5710	0,00000	Min=E1, E2, E8 e E9. Max= E4, E5, E6 e E7.
	<i>T. turbinata</i>	17,9841	0,00000	Min= E7, E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5 e E6.
	<i>O. hebes</i>	5,9438	0,00000	Min= E8 e E9. Max= E5, E6 e E7.
	<i>C. speciosus</i>	26,3087	0,00000	Min= E5, E6, E7, E8 e E9. Max= E1, E2, E3, e E4.
	<i>E. acutifrons</i>	12,0908	0,00000	Min= E7, E8, e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5 e E6.
	<i>N. conifer</i>	6,0199	0,00000	Min= E1, E2, E3, E4 e E5. Max= E8 e E9.
	<i>T. crassus</i>	9,0668	0,00000	Min= E1, E2, E3, E4 e E5. Max= E7, E8 e E9.
	<i>M. micrura</i>	8,2212	0,00000	Min= E1, E2, E3, E4 e E5. Max= E7, E8 e E9.
	<i>S. vetalus</i>	7,8418	0,00000	Min= E1, E2, E3, E4 e E5. Max= E7, E8 e E9.
	Caridae	2,6465	0,01130	ns
	Pteropoda	5,7172	0,00000	Min= E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4 e E5.

Tabela V - ANOVAS sobre os índices de riqueza, diversidade, equitabilidade, abundância total e dos principais grupos zooplanctônicos no estuário do Rio Paraíba do Sul. *: variáveis dependentes transformadas $\log_{10}(x+1)$. $\alpha = 0,05$. Teste *a posteriori* utilizado (Tukey). Estão indicados os grupos homogêneos de menor e maior média.

Variáveis independentes	Variáveis dependentes	F	p	Teste t p < 0,05
Mês	Riqueza	1,79270	0,06560	-
	Shannon	3,46493	0,00042	Min=jan. Max=set, out, nov, dez, fev, mar, abr, mai, jun, jul e ago.
	Equitabilidade	3,86721	0,00012	Min=jan. Max=set, out, nov, dez, fev, mar, abr, mai, jun, jul e ago.
	Abundância	1,79810	0,06467	-
Estações de Coleta	Riqueza	17,1112	0,0000	Min= E6, E7, E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4 e E5.
	Shannon	2,84734	0,00686	Min= E7. Max= E1, E2, E3 e E4.
	Equitabilidade	2,20020	0,03609	Min= E7. Max= E9
	Abundância	13,0031	0,00000	Min= E8 e E9. Max= E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7.

6.3 - Tratamento dos dados

6.3.1 - Análise de agrupamento:

A análise de agrupamento que levou em consideração o padrão de associação entre as espécies e grupos, inicialmente mostrou a formação de dois grupos principais: A e B (Figura 43).

O grupo A foi formado pelas espécies e grupos representantes de água doce que ocorreram principalmente no período chuvoso durante os meses de janeiro e fevereiro nas estações de coleta localizadas no estuário interno (zona fluvial). Dentre esses organismos estão *Simocephalus vetulus*, *Moina micrura*, *Thermocyclops crassus*, *Notodiaptomus conifer* e Caridae de água doce.

Já o grupo B foi formado pelas espécies e grupos estuarinos e costeiros. Este grupo foi dividido em dois subgrupos. O B1, formado por *Corycaeus speciosus*, *Euterpina acutifrons*, *Temora turbinata*, *Parvocalanus crassirostris* e *Paracalanus parvus*. Esses organismos ocorreram praticamente ao longo de todo o período de coleta, principalmente nas estações de coleta localizadas na pluma (zona costeira). O subgrupo B2 foi formado por *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Bestiolina* sp, *Oithona hebes* e Pteropoda. Já esses organismos foram mais abundantes no período seco, durante os meses de junho a setembro, e nas estações de coleta localizadas na boca e entrada do estuário (zona de mistura).

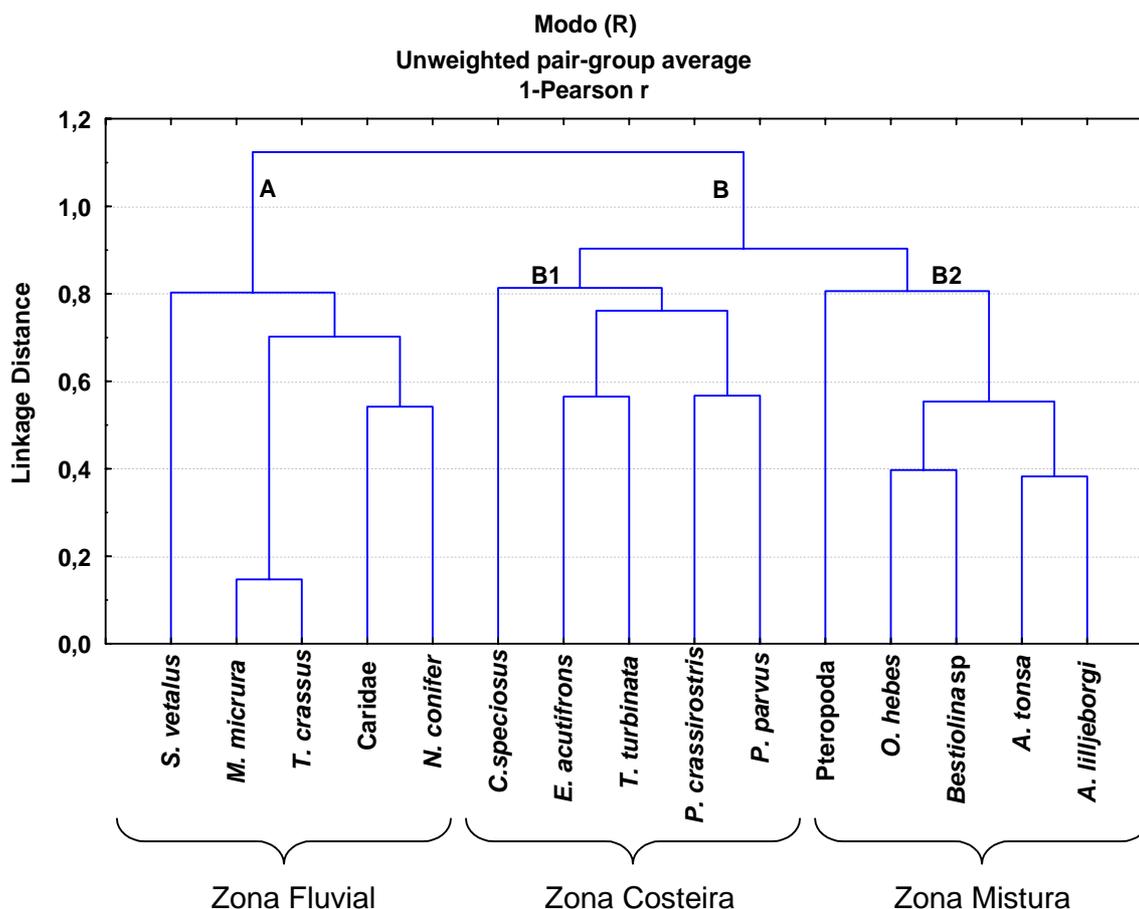


Figura 43 - Dendrograma resultante da análise de agrupamento entre as espécies e grupos mais abundantes (Modo R) em função do número de indivíduos.

6.3.2 - Análise de Correspondência Canônica:

O diagrama fatorial da ACC mostra a distribuição das espécies e grupos do zooplâncton com as variáveis ambientais, além das coletas e suas respectivas estações de amostragem com as variáveis ambientais (Figura 44). Das quatorze variáveis ambientais testadas, o teste de permutação de Monte Carlo selecionou: salinidade, oxigênio dissolvido, transparência, PO_4^{3-} , H_4SiO_4 , NO_3^- e NTD.

Os dois primeiros eixos canônicos explicaram 95,5% da variância da relação espécie/ambiente. Foi registrada uma significância dos dois primeiros eixos canônicos ao nível de 95% por meio do Teste de Permutação de Monte Carlo (Tabela VI).

O eixo I explicou 84,3% da variância total (Tabela VI). O PO_4^{3-} , H_4SiO_4 , NO_3^- , NTD e o oxigênio dissolvido estiveram positivamente relacionados com o eixo I, enquanto que a salinidade e transparência estiveram negativamente relacionadas ao mesmo eixo (Tabela VII).

O eixo II explicou 11,2% da variância total (Tabela VI). H_4SiO_4 , NO_3^- , NTD, oxigênio dissolvido, salinidade e transparência estiveram positivamente correlacionadas com o eixo II, enquanto que o PO_4^{3-} esteve negativamente correlacionado ao mesmo eixo (Tabela VII).

Analisando a distribuição do zooplâncton, pode-se observar que *Simocephalus vetulus*, *Moina micrura*, *Thermocyclops crassus*, *Notodiaptomus conifer* e Caridae estiveram correlacionados ao PO_4^{3-} , H_4SiO_4 , NO_3^- , NTD e o oxigênio dissolvido, além das estações de coleta 7, 8 e 9. Já *Temora turbinata*, *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Euterpina acutifrons*, *Corycaeus speciosus* e Pteropoda estiveram correlacionados à salinidade e a transparência, além das estações de coleta 1, 2, 3 e 4. Em relação à *Oithona hebes*, *Acartia lilljeborgi* e *Acartia tonsa* e *Bestiolina* sp não estiveram diretamente correlacionadas a alguma variável ambiental, mas estiveram correlacionadas principalmente com as estações de coleta 5 e 6 dos meses de junho, julho e agosto.

Tabela VI - Autovalores e percentuais de explicação da variação obtida na ACC.

	Eixo I	Eixo II
Autovalores	0,409	0,056
Percentagem acumulada da variação das espécies	52,4	59,5
Percentagem acumulada da relação espécie/ambiente	84,3	95,5
Correlação espécie/ambiente	0,913	0,811

Tabela VII - Valores de correlações das variáveis ambientais com os eixos.

	Eixo I	Eixo II
Salinidade	-0,847	0,173
Transparência	-0,301	0,495
Oxigênio dissolvido	0,214	0,227
Ortofosfato	0,375	-0,425
Sílica	0,833	0,013
Nitrato	0,881	0,047
Nitrogênio total dissolvido	0,610	0,262

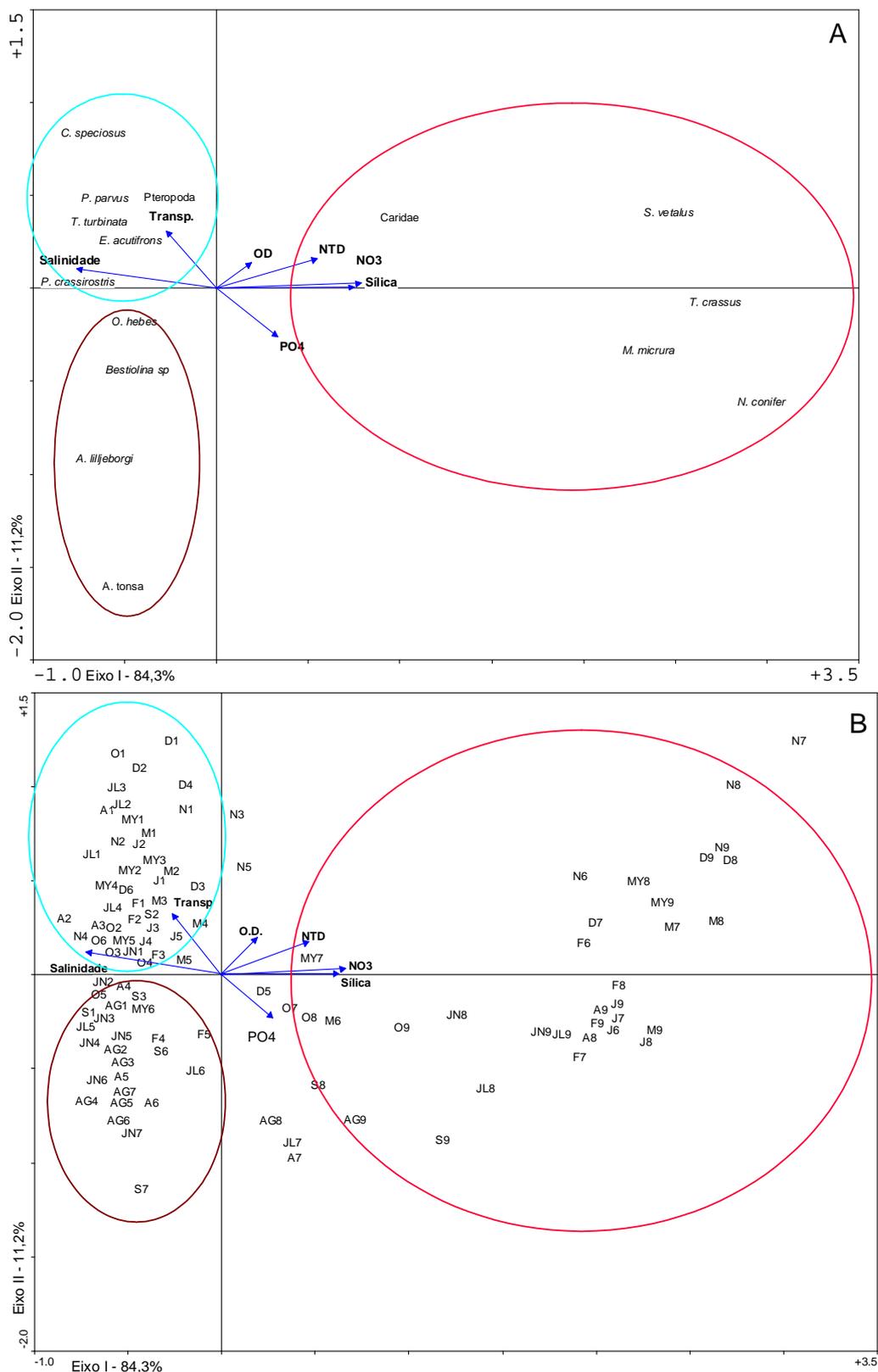


Figura 44 - Análise de correspondência canônica (ACC). A= distribuição das espécies; B= distribuição das coletas. Símbolo: A letra corresponde ao mês de coleta (J - janeiro, F - fevereiro; M - março; A - abril, MY - maio; JN - junho; JL - julho; AG - agosto; S - setembro; O - outubro; N - novembro e D - dezembro). Já os números correspondem às estações de coleta (1 a 9).

7 - DISCUSSÃO

7.1 - Variáveis Ambientais

7.1.1 - Parâmetros Físico-Químicos:

A salinidade apresentou uma variação temporal (Figura 10), embora não tenha sido significativa, onde os valores nos meses do período chuvoso (dezembro a março) foram menores do que dos meses do período seco (maio a outubro), padrão semelhante ao observado por Kruger (2004) na entrada do estuário do RPS, Ara (2002) na região de Cananéia (SP) e Lopes (1994) no estuário do rio Guaraú (SP). No mês de agosto, a cunha salina atingiu o seu ponto mais interior no estuário (4,5 km), chegando em frente à cidade de São João da Barra. Além disso, os maiores valores registrados na pluma estuarina, chegando a 37,1, evidenciam a forte influência de águas costeiras. O estuário interno (E6 a E9), onde ocorre o aporte de água doce proveniente do lençol freático, dos rios e também de esgotos apresentou os menores valores, chegando a zero nos meses de janeiro e fevereiro como consequência do maior aporte fluvial e da diluição da massa d'água. Segundo Kennish (1994), a influência das marés, rios e ventos são fatores que podem gerar gradientes salinos verticais e horizontais. Um gradiente vertical e horizontal ocorreu no estuário do rio Paraíba do Sul (apêndice 1), o qual se apresentou como altamente estratificado, do tipo cunha salina e dominado pelo fluxo do rio no período chuvoso; e parcialmente estratificado e dominado pelo fluxo fluvial e pela maré no restante do ano, principalmente na região da boca do rio, onde ocorreu uma estratificação da coluna d'água, com grandes diferenças entre a superfície e fundo de acordo com a classificação proposta por Pritchard (1955). Segundo Carneiro (1998), a distribuição da salinidade tanto no estuário interno quanto externo do RPS é regulada pelo fluxo fluvial, pela ação das marés, pelas correntes costeiras e pela intrusão da águas da plataforma continental. Padrões semelhantes foram observados por Kruger (2004) no mesmo estuário. Pereira-Filho *et al.* (2003) também observaram a forte influência da descarga fluvial sobre a salinidade no estuário do rio Itajaí-Açú (SC).

Os resultados para a salinidade, principalmente no período seco, também estão de acordo com a definição de Miranda *et al.* (2002), segundo o qual o estuário pode ser dividido em três zonas distintas, dentre elas:

- a zona de maré do rio, a qual é a parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero, mas sujeita a influência física da maré, o que foi o caso das estações

E6 à E9 no período chuvoso (novembro a abril) e da estação E9, próximo a São João da Barra no período seco (maio a outubro);

- a zona de mistura, que corresponde à porção onde ocorre a mistura da água doce com a água do mar com valores de salinidades até 32, como aconteceu nas estações localizadas na pluma estuarina (E3 a E5) nos meses de dezembro a fevereiro e no estuário interno (E6 a E8) entre os meses de junho a setembro;

- e, por fim, a zona costeira, a qual se localiza na região costeira adjacente e que se estende até a frente da pluma estuarina delimitando a camada limite costeira com salinidades superiores a 32 como aconteceu nas estações localizadas na pluma estuarina (E1 a E2) nos meses de dezembro e fevereiro e nas estações E1 a E5 nos meses de junho a outubro (Figura 45).

As zonas do rio e de mistura correspondem ao estuário interno da definição clássica de Pritchard (1955). A zona costeira pode então ser chamada de estuário externo, pelo fato de que essa região da plataforma continental está sob a influência direta da pluma estuarina (Miranda *et al.*, 2002). Ainda segundo os autores, os limites entre as diferentes zonas são dinâmicos, apresentando variabilidade espacial e temporal ao longo do estuário em diferentes escalas, buscando um equilíbrio em resposta a intensidade das diferentes forçantes, como descarga fluvial, altura da maré, vento e circulação costeira.

Carneiro (1998) observou que a cunha salina chegou a 1,5 km da cidade de São João da Barra no ano de 1994. Observa-se que está havendo um aumento na extensão da cunha salina, uma vez que no presente estudo a mesma chegou em frente à cidade de São João da Barra, distando 4,5km da boca do estuário. O aumento dos valores de salinidade pode provocar a interrupção da captação de água e, mudanças na zona fluvial do estuário também podem provocar impactos na biota de água doce, a qual é intolerante a mudanças de salinidade (Piasecki e Sanders, 2002).

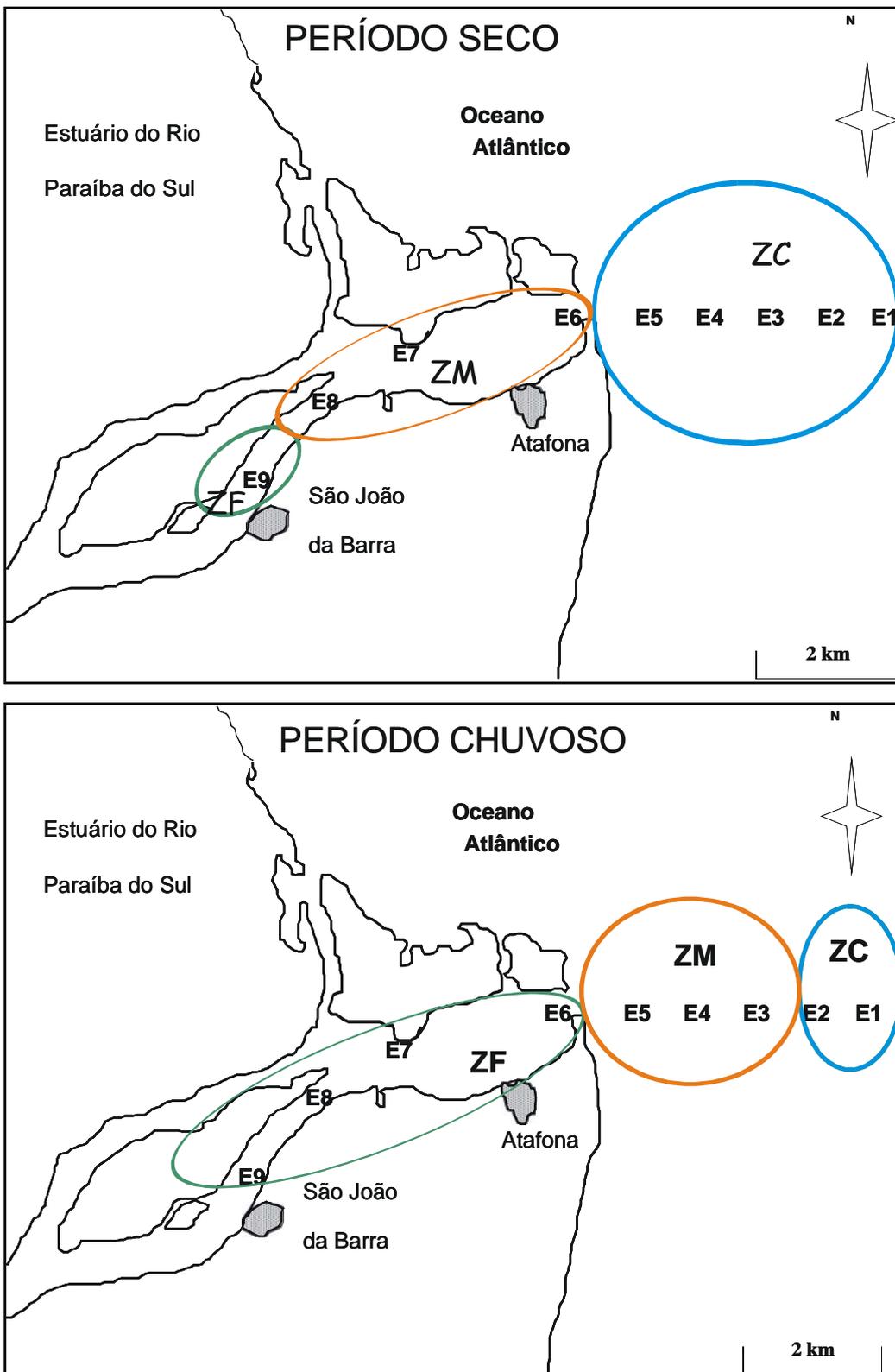


Figura 45 - Zonas estuarinas de acordo com o gradiente salino no estuário do rio Paraíba do Sul no período seco e chuvoso. ZF= zona fluvial; ZM= zona de mistura; ZC= zona costeira.

Os maiores valores de temperatura nos meses de verão em relação ao inverno são típicos para estuários tropicais, sendo esse padrão observado em vários estudos (Bonecker *et al.*, 1991a, Coelho-Botelho, 1999; Ara, 2002). Em relação à variação espacial, a temperatura apresentou um padrão inverso ao da salinidade (Figuras 11 e 12). Embora não tenham sido significativos, os maiores valores ocorreram na região interna do estuário, uma vez que áreas mais rasas e com circulação restrita estão sujeitas a uma maior influência dos processos de aquecimento via interação atmosfera-água e contribuição de águas continentais mais aquecidas. As temperaturas de entrada da água do rio e do mar, processos de mistura e as trocas de calor entre a interface atmosfera-água primariamente podem determinar a distribuição da temperatura em um estuário (Kennish, 1986b). Obteve-se um padrão semelhante ao observado em outros estudos, como Lopes *et al.* (1998) no complexo estuarino de Paranaguá (PR), onde a parte interna do estuário apresentou maiores valores de temperatura e diminuição da salinidade. No estuário do rio Mucuri (BA), verificou-se a entrada de massas d'águas costeiras com altos valores de salinidade e menores temperaturas, durante a maré enchente e massas d'águas continentais apresentando salinidades menores e temperaturas mais elevadas (Aben-Athar e Bonecker, 1996).

Os valores de oxigênio apresentaram uma variação temporal, onde os meses de agosto e setembro (período seco) apresentaram menores concentrações (Figuras 11 e 13). Associado as baixas temperaturas e transparência da água, isso pode ter contribuído para uma menor produção fitoplanctônica, refletindo nos baixos valores de clorofila-*a*. Em geral, os maiores valores ocorreram no limite da pluma estuarina no período chuvoso e no estuário interno no período seco, padrão semelhante ao observado por Pavlidou *et al.* (2001) em um estuário da Grécia. Esses maiores valores ocorreram provavelmente devido a maior penetração de luz na pluma no período chuvoso e maior disponibilidade de nutrientes no estuário interno no período seco, favorecendo a produção fitoplanctônica, conforme atestam os valores de clorofila-*a* encontrados. Na zona de mistura foram registrados os menores valores de oxigênio, o que pode ser em função de um consumo maior, provavelmente nos processos de decomposição da matéria orgânica (Chapman, 1992). As principais causas de variação dos valores de oxigênio dissolvido são a atividade biológica como oxidação da matéria orgânica, tanto dissolvida quanto particulada, além dos processos de produção primária e respiração. Um dos resultados de enriquecimento de matéria orgânica nos estuários é a depleção do

oxigênio dissolvido, particularmente se não existe uma rápida reposição do mesmo pela circulação estuarina (Berner e Berner, 1996), sendo o oxigênio dissolvido um bom indicador da poluição estuarina e seus baixos valores podem comprovar o estado de eutrofização de um sistema (Chapman, 1992), o que não foi o caso no presente estudo.

A alcalinidade foi sempre superior na pluma estuarina (Figuras 13 e 14). Esse padrão reflete mais uma vez a influência das águas costeiras nessa porção (Lansac-Thôa e Lima, 1993). Além disso, os valores de alcalinidade foram mais elevados durante o inverno, período seco do ano, provavelmente devido à diminuição do aporte de água doce, padrão semelhante ao observado por Figueiredo (1999) no rio Paraíba do Sul.

O estuário do RPS pode ser classificado como de águas neutras e levemente básicas, como observado por Carneiro (1998). Os menores valores de pH no período chuvoso (Figuras 14 e 15) estão ligados a uma maior taxa de decomposição que pode ocorrer neste período, em função do maior aporte fluvial, carreando matéria orgânica (Chapman, 1992; Pinckney *et al.*, 2001), uma vez que este processo envolve produção de íons H^+ , modificando os valores de pH (Carmouze, 1994). Embora não tenha sido significativa a diferença entre as estações de coleta, durante o mês de janeiro os maiores valores ocorreram no estuário externo, padrão semelhante ao observado por Lansac Thôa e Lima (1993). Já em agosto os maiores valores ocorreram no estuário interno. Porém, os elevados valores de pH no período seco, estão acima do esperado em uma região estuarina, principalmente no estuário interno no período de abril a junho. A causa dessa elevação dos valores de pH pode ter sido o acidente ocorrido em abril numa fábrica de celulose no município de Cataguazes (MG), o qual despejou no rio Pomba, afluente do rio Paraíba do Sul, uma grande quantidade de efluentes tóxicos. Esse efluente era composto principalmente por hidróxido de sódio, sódio e lignina, apresentando um pH alcalino. Os valores de pH chegaram a 8,80 contrapondo-se aos valores históricos de 7,50 na cidade de Campos dos Goytacazes (UENF, 2003). O efluente passou pelo estuário e se dispersou no mar, e provavelmente os elevados valores de pH no estuário interno durante o período de abril a junho estão relacionados a esse episódio. Interessante notar que mesmo após a passagem do efluente tóxico, os valores de pH continuaram elevados, o que leva a crer que parte desses resíduos tóxicos podem ter ficado retidos na vegetação marginal ou se depositado no sedimento de fundo do rio.

Em relação à transparência da água os maiores valores no mês de maio (Figuras 14 e 15) também podem estar relacionados ao acidente de Cataguazes, uma vez que após a passagem do efluente a transparência da água aumentou em relação ao período anterior. O efluente tóxico causou uma mortandade em massa dos organismos aquáticos por falência múltipla dos tecidos (UENF, 2003). Isso provavelmente afetou o MPS, provocando um afundamento dessa fração, levando a uma elevada transparência da água nesse período.

7.1.2 - Material Particulado em Suspensão e Clorofila-a:

Em relação ao MPS, esperava-se que as suas concentrações fossem mais elevadas no período chuvoso, quando a maior vazão fluvial carrega matéria orgânica e sedimento em maior quantidade para o estuário (Pinckney *et al.*, 2001; Davies, 2004). Entretanto, as maiores concentrações ocorreram no período seco, durante os meses de agosto a outubro (Figuras 16 e 17), padrão semelhante ao observado por Kruger (2004) na entrada do estuário do rio Paraíba do Sul. Nesse período, o estuário é dominado pela força da maré, a qual atinge todo o estuário interno. A entrada das correntes de maré próxima ao fundo provavelmente suspende o sedimento, disponibilizando o material particulado para a coluna d'água. Além disso, os menores valores ocorridos nos meses de abril e maio também podem estar relacionados ao acidente de Cataguazes, o qual pode ter afetado o MPS, como mencionado anteriormente.

As maiores concentrações ocorreram na zona de mistura do estuário, localizada na boca do mesmo. Nessa zona, como mencionado anteriormente, ocorre de forma mais intensa a mistura da água doce com a água do mar, formando o que alguns autores chamam de zona de turbidez máxima (Roman *et al.*, 2001; Davies, 2004). Eyre (2000) encontrou em estuários Australianos maiores concentrações de MPS na boca do estuário, com uma diminuição em direção a região costeira. Já Roman *et al.* (2001) na Baía de Chesapeake (USA), observaram que a maior concentração de MPS na zona de turbidez máxima resultou da resuspensão provocada pelas águas próximas ao fundo. Na entrada do estuário do rio Paraíba do Sul, Kruger (2004) encontrou uma correlação positiva entre a salinidade e as concentrações de MPS no período seco. Carneiro (1998) também verificou comportamento semelhante, com concentrações menores antes da boca do rio, seguido de um aumento na desembocadura e na região costeira próximo aos bancos de areia, como resultado da resuspensão do material de fundo.

As elevadas concentrações de clorofila-*a* no mês de março em relação aos demais meses podem estar relacionadas a algum evento de grande produtividade, “floração algal”, que pode ter ocorrido neste período (Figuras 16). As menores concentrações ocorridas no período chuvoso também foram observadas anteriormente no estuário do RPS por Carneiro (1998) e no RPS por Figueiredo (1999). Kruger (2004) também observou que a clorofila-*a* se correlacionou inversamente com a sílica, indicando o empobrecimento da biomassa fitoplanctônica na época chuvosa no estuário do RPS. Já as maiores concentrações de clorofila-*a* no estuário interno durante o período seco, também observado por Wilson *et al.* (2003) e Uriarte & Villate (2004) estiveram diretamente correlacionadas com o ortofosfato e NTD (Sierra *et al.*, 2002), uma vez que suas maiores concentrações ocorreram também nesta porção do estuário. Isso explica a ocorrência de maiores concentrações de clorofila-*a* nesta porção do estuário, uma vez que o fitoplâncton utiliza ortofosfato e preferencialmente nitrogênio amoniacal na produção (Grasshoff *et al.*, 1983; Naudin *et al.*, 2001). De acordo com Hasegawa *et al.* (2000), em ambientes marinhos costeiros o suprimento de nitrogênio e fósforo frequentemente limita a produção primária e conseqüentemente tem efeitos nos níveis tróficos superiores. Recentemente, Davies (2004) também encontrou maiores concentrações de clorofila-*a* no estuário interno do Golfo de Papua Nova Guiné e observou que as concentrações de clorofila diminuem em direção a pluma estuarina em resposta a depleção das concentrações de nitrato ou como resultado da herbivoria do zooplâncton, já que ocorria a produção de amônia e NOD na pluma. Já na pluma do rio Rhone na França, Naudin *et al.* (2001) observaram que a salinidade desempenha o papel mais importante na produção biológica, limitando a mesma ao longo do gradiente salino.

No mês de janeiro, no pico do período chuvoso, no entanto, observou-se que as maiores concentrações de clorofila-*a* ocorreram no estuário externo em frente à boca do estuário. De acordo com Pereira-Filho *et al.* (2001) existe uma área de produtividade máxima próxima à boca do estuário formando um cinturão de produtividade, onde o fitoplâncton pode encontrar condições favoráveis de luz com a redução da turbidez das águas estuarinas, associadas à alta disponibilidade de nutrientes do estuário. Os dados corroboram com o presente estudo, uma vez que nesse período as maiores concentrações de MPS ocorreram no estuário interno. Isso demonstra que a produtividade primária no estuário do rio Paraíba do Sul não é controlada somente pelos nutrientes, fato este também observado por Carneiro

(1998). Sanders *et al.* (2001) observaram que, sob certas condições, altas concentrações de nutrientes em zonas costeiras não são acompanhadas por níveis elevados de biomassa fitoplanctônica.

7.1.3 - Distribuição dos Nutrientes Dissolvidos:

As concentrações de sílica apresentaram um padrão inverso ao da salinidade, uma vez que suas concentrações foram maiores na região interna do estuário, como resultado do aporte de água continental neste local, principalmente no período chuvoso, de novembro a março (Figuras 18 e 19). Kruger (2004) encontrou padrão semelhante, onde as maiores concentrações ocorreram em situações de salinidades menores na boca do estuário do RPS. Os estuários recebem sílica dos sistemas de rios e lençol freático na forma dissolvida, através do intemperismo dos silicatos presentes nas rochas e lixiviação do solo. A variação das concentrações de sílica dentro do estuário está relacionada a vários fatores como descarga dos rios, circulação e mistura das águas estuarinas, além da utilização biológica pelo fitoplâncton deste nutriente (Kennish, 1986b). Davies (2004) observou no estuário do Golfo de Papua, Nova Guiné, que as concentrações de sílica aumentaram sete vezes mais durante o período de chuvas.

As concentrações de ortofosfato também foram maiores no estuário interno, chegando a alcançar 1,47 μM em setembro (Figuras 18 e 19), padrão semelhante ao observado por Kruger (2004) que encontrou as maiores concentrações de ortofosfato em situações de salinidades menores na boca do estuário do RPS. Entretanto, não se observou um padrão de variação temporal nítido, uma vez que nos meses de janeiro a março (período chuvoso) e nos meses de agosto e setembro (período seco) ocorreram as maiores concentrações. As maiores concentrações no período chuvoso são resultado do maior aporte fluvial, como observado por Davies (2004) no Golfo de Papua, Nova Guiné. Já as concentrações elevadas no período seco podem ser em função do lançamento de esgotos e menor efeito da diluição da massa d'água, além de processos de regeneração bêntica, o qual disponibiliza nutrientes para a coluna d'água. Observa-se no estuário do RPS que tanto no período seco quanto no chuvoso o estuário funciona como uma armadilha de retenção de fósforo no seu interior, como observado em estuários australianos por Eyre (2000). De acordo com Davies (2004), o fluxo do fósforo em sistemas tropicais geralmente é controlado por processos geoquímicos, onde, por exemplo, a remoção de ortofosfato em salinidades entre 0 e 10 é um fenômeno comum em estuários

tropicais causada pela adsorção no sedimento em suspensão, ou dissolução no hidróxido de ferro, controlado por mudanças no pH.

Para as concentrações das formas nitrogenadas, o nitrogênio amoniacal também não apresentou um padrão de variação temporal, com picos de concentrações elevadas durante todo o ano, principalmente no estuário interno (Figuras 18 e 20), assim como aconteceu com o ortofosfato. A amônia ocorre naturalmente no ambiente aquático, oriunda da degradação de matéria orgânica nitrogenada no solo e na água, além da excreção de animais e redução do N₂ atmosférico (Chapman, 1992). O próprio zooplâncton pode excretar amônia, sendo esta liberação importante em ecossistemas caracterizados por altas concentrações de nutrientes (Libes, 1992). Além disso, a herbivoria de bactérias por protozoários pode ser responsável por uma significativa fração da regeneração de amônia nos sistemas marinhos, formando o chamado “microbial loop” (Pinckney *et al.*, 2001).

As concentrações de nitrito acompanharam o padrão de distribuição da amônia, com picos de valores elevados durante o ano todo (Figuras 20 e 21). Além disso, os valores médios de nitrito acompanharam o gradiente de salinidade, com valores médios maiores na pluma estuarina, sugerindo alguma fonte, como, por exemplo, processo de redução nessa área, padrão semelhante ao observado por Davies (2004) no Golfo de Papua Nova Guiné. Kruger (2004) na boca do estuário do RPS também observou uma correlação positiva entre as concentrações de nitrito e a salinidade, o mesmo acontecendo no estuário do rio Itajaí-Açú, SC (Pereira-Filho *et al.*, 2003). Nitrito ocorre no ambiente aquático como um produto intermediário na redução microbiana do nitrato ou na oxidação da amônia, podendo ser excretado pelo fitoplâncton especialmente em períodos de grande suprimento de nutrientes (Grasshoff *et al.*, 1983). A tendência de aumento do nitrito também verificada por Carneiro (1998) no estuário do RPS ao longo do gradiente salino pode ser explicada pela liberação desses elementos presentes nas águas intersticiais do sedimento (Kruger, 2004). Já as elevadas concentrações de nitrito e de amônia na frente da pluma estuarina podem ser em função da alta atividade bacteriana que ocorre na região e da existência de um vórtice ciclônico que ressuspende os nutrientes até as águas superficiais (Faro *et al.*, 2006).

O nitrato apresentou o mesmo padrão espacial da sílica, uma vez que suas concentrações também foram maiores no estuário interno, durante o período chuvoso (Figuras 21 e 22), padrão semelhante ao observado por Lopes (1996), Sierra *et al.* (2002), Yin *et al.* (2004) e Kruger (2004), indicando como possíveis

fontes o aporte de água doce via lençol freático e rios. O nitrato é regenerado por via bacteriana (nitrificação) a partir do nitrogênio orgânico e a sua produção resulta da oxidação da amônia, tendo o nitrito como produto intermediário (Carmouze, 1994). Esses dados corroboram com o presente estudo, uma vez que as concentrações de amônia foram elevadas neste período.

O NTD ($\text{NOD} + \text{N-NH}_4^+$, $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$) esteve distribuído em maiores concentrações no estuário interno, acompanhando o padrão de distribuição de nitrogênio amoniacal e nitrato, assim como aconteceu com o ortofosfato (Figuras 21 e 22). As maiores concentrações no período chuvoso é em função do maior aporte de nutrientes carregados pelos rios neste período (Davies, 2004). A razão N/P no estuário interno chegou a 36,7, nos pontos de maior biomassa fitoplanctônica, apresentando um padrão semelhante ao da distribuição da clorofila-*a*, com os valores aumentando da região da pluma estuarina em direção ao estuário interno (Figura 23). Este gradiente longitudinal da razão N/P com valores acima de 16 é comum (Yin *et al.*, 2004), podendo ser ocasionados por utilização e acumulação autotrófica e heterotrófica, regeneração benthica e pelágica, estocagem no sedimento, processos de desnitrificação (Kennish, 1986a) e o uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura (Sierra *et al.*, 2002). Dependendo do sistema, a razão N/P pode variar amplamente durante o ano. Por exemplo, Kennish (1986a) encontrou razões variando entre 12 e 20 na região estuarina de Long Island (USA). Sierra *et al.* (2002) no estuário de Ebro na Espanha encontrou valores de até 200. A diminuição da razão N:P com o aumento do gradiente salino faz com que o fitoplâncton possa experimentar uma mudança de um ambiente potencialmente limitado por P no estuário interno e pluma costeira para um ambiente limitado por N além da pluma costeira (Yin *et al.*, 2004). Altos valores da razão N:P de Redfield são interpretadas como um indicativo de um ambiente limitado por P e, inversamente, baixas razões sugerem um ambiente limitado por N (Pinckney *et al.*, 2001). Embora o estuário interno do RPS aparentemente seja limitado por P, isso não acontece, uma vez que o crescimento fitoplanctônico foi maior nesse setor. Segundo Yin *et al.* (2004), o P recircula mais rapidamente do que o N e, então, um ambiente com alta razão N:P não necessariamente significa um ambiente limitado por P. Além disso, o nitrogênio pode passar livremente na coluna d'água não estando sujeito a transformações e reações na coluna d'água, enquanto que o fósforo pode ficar retido no sedimento (Eyre, 2000) e tende a se adsorver ao material particulado (Pereira-Filho *et al.*, 2003), aumentando assim a razão N:P na coluna d'água.

Já os valores da razão Si:NID apresentaram uma variação temporal, com maiores valores no período seco, porém sem um padrão de variação espacial (Figura 24). Lohrenz *et al.* (1999) na pluma do rio Mississippi (USA), também encontraram os maiores valores no período seco, principalmente na zona costeira. Ocasionalmente a sílica, que é um nutriente essencial para as diatomáceas, é o nutriente limitante para o seu crescimento em alguns ecossistemas (Pinckney *et al.*, 2001). Os valores encontrados são elevados e mostram a grande influência da descarga fluvial sobre o estuário. Kruger (2004) no estuário do RPS observou que a razão Si:NID ficou entre 5 e 7 durante as coletas, sugerindo que a sílica não é um fator limitante para o crescimento do fitoplâncton.

As concentrações dos nutrientes estudados no estuário do RPS estão dentro do considerado como valores naturais em estuários e rios, e mesmo de outros estuários que sofrem algum tipo de ação antrópica, com exceção do nitrato (Tabela VIII). Considerando que as coletas foram feitas durante a maré enchente, o que poderia diluir as concentrações, não se pode inferir de forma mais concisa sobre o estado trófico do ambiente.

Tabela VIII – Valores de referência para nutrientes de estuários (Adaptado de Meybeck *et al.*, 1976; Grasshoff *et al.*, 1983).

	ESTUÁRIOS		
	MEYBECK	GRASSHOF	ESTE ESTUDO
O.D.	7,0 - 9,0		2,56 – 10,2
NO ₂ ⁻	0,07 - 0,35	0,1	0,1 – 0,9
NO ₃ ⁻	0,07 - 2,0		0,3 – 29,9
NH ₄ ⁺	0,35 - 3,5	< 5,0	0,05 – 5,5
PO ₄ ³⁻		< 2,0	0,04 – 1,5

*Concentrações de oxigênio dissolvido em mg/L e nutrientes em µM.

A transferência de elementos do ambiente terrestre para o marinho envolve uma passagem por ecossistemas ativos, como rios e estuários. Esses ecossistemas podem agir como filtros efetivos e seletivos de nutrientes. A efetividade e seletividade dos processos de transformação, eliminação ou imobilização dos nutrientes durante sua transferência através desses locais depende de processos biogeoquímicos existentes entre a circulação do carbono, nitrogênio e fósforo. Além disso, esses processos são afetados pela hidrologia e uso do solo (Wollast *et al.*, 1993). De acordo com Davies (2004), a ressuspensão de materiais parece

desempenhar um importante papel na ciclagem de nutrientes dentro do estuário. A análise dos nutrientes do estuário do RPS revelou que o rio contém maiores concentrações de ortofosfato, sílica, nitrato e nitrogênio amoniacal na porção interna, principalmente no período chuvoso. Padrão semelhante foi encontrado no estuário do rio Camboriú (SC), por Pereira-Filho *et al.* (2001) e no estuário do Rio Pearl na China por Yin *et al.* (2001), os quais observaram que os nutrientes inorgânicos mostraram uma relação inversa com a salinidade, com as maiores concentrações ocorrendo no período de menor salinidade, associadas a águas continentais.

O rio Paraíba do Sul é um rio longo que passa por varias cidades ao longo do seu percurso que lançam esgotos. Sua bacia de drenagem passa por áreas de florestas intactas e degradadas, além de regiões com atividades agropecuárias. Este rio sofre uma influência dos processos de lixiviação do solo, como pode ser atestado pelos elevados valores de nitrato. Dentre as fontes de N e P para os rios, o processo de lixiviação do solo e o intemperismo de rochas constituem os mais importantes. A lixiviação do solo e áreas de agricultura contribui com grandes quantidades destes nutrientes. No entanto, em áreas urbanizadas, a maior entrada de N e P provem de esgotos domésticos e industriais (Wollast *et al.*, 1993). As concentrações de NTD apresentam praticamente em sua maioria, a forma de NOD, principalmente no período seco, o qual provavelmente é oriundo de material orgânico trazido pelo processo de lixiviação do solo, ou reflete o aumento das atividades das usinas de açúcar e álcool nesse período, elevando a carga de efluentes com altos teores de matéria orgânica para o leito do rio. Somam-se a isso os aportes de esgotos domésticos numa época de menor diluição pelas águas fluviais, conforme reportado por Carneiro (1998) e Figueiredo (1999). Suas águas apresentam grandes quantidades de sedimento em suspensão, o que diminui a transparência da água e tende a inibir o processo de produção primária, uma vez que águas mais turvas são menos favoráveis para o crescimento do fitoplâncton (Berner e Berner, 1996).

De acordo com esses dados é possível traçar um perfil das prováveis fontes de nutrientes dentro do estuário. O ortofosfato teve suas maiores concentrações médias durante o período chuvoso no estuário interno, o que leva a crer que a fonte deste nutriente pode ser o RPS e a reciclagem interna do sedimento. Os nutrientes são reciclados entre formas orgânicas e inorgânicas e entre o compartimento pelágico e bêntico dos estuários por uma variedade de processos biogeoquímicos (Eyre, 2000). O mesmo aconteceu com o nitrato e amônia. Segundo Kennish

(1986a) e Davies (2004), suas concentrações em geral aumentam com o incremento da vazão dos rios. Padrão semelhante aconteceu com a sílica solúvel reativa, que também teve um maior aporte de origem fluvial no período chuvoso, corroborando com os dados de Sierra *et al.* (2002) e Davies (2004).

Já na pluma estuarina, o aporte de nutrientes vem do estuário interno, uma vez que rios e estuários constituem uma das maiores fontes de entrada de nutrientes para áreas costeiras (Sierra *et al.*, 2002). Segundo Ovalle *et al.* (1999), os nutrientes dissolvidos, possivelmente liberados de pequenos ecossistemas de rios e estuários, podem ter um importante papel na atividade heterotrófica bacteriana nas águas costeiras adjacentes. O fluxo de nutrientes através do estuário depende da vazão do rio, descarga de esgotos, práticas locais de agricultura e indústria, além de processos complexos pouco quantificados (Balls, 1992). Sierra *et al.* (2002) observaram que a diminuição das concentrações de nutrientes na pluma estuarina com o aumento da salinidade é causada por processos físicos de mistura, como consequência da profundidade e distância da boca do rio, prevalecendo sobre os processos biológicos. Porém não se pode desprezar a contribuição de nutrientes oriundos da excreção dos organismos, como por exemplo, do zooplâncton através das pelotas fecais. No estudo de Hasegawa *et al.* (2000), os autores sugerem que os copépodes não só liberam NOD através das atividades de herbivoria, mas também regulam a dinâmica do NOD através das interações tróficas. Apesar disto, essa correlação entre NOD e abundância do zooplâncton não foi observada no presente estudo ($p= 0,14$).

7.1.4 - Caracterização das Massas D'água:

A estrutura da ACC (Figura 44) mostra através do eixo I que existe uma compartimentação do estuário em duas regiões distintas, uma externa, influenciada pelas águas costeiras, e outra interna, influenciada pelas águas continentais. As águas doces vindas do rio Paraíba do Sul e esgotos são misturadas no estuário interno com as águas costeiras nessa porção, resultando desta interação as características do mesmo. A região interna (E6 a E9) se caracteriza por apresentar um corpo d' água com maiores valores de temperatura e nutrientes dissolvidos, principalmente no período chuvoso. Esta porção apresenta também menores valores de salinidade em decorrência da diluição e elevados valores de oxigênio em decorrência principalmente dos processos de produção primária. A região da pluma estuarina (E1 a E5) apresenta uma massa d'água com maiores valores de

salinidade, pH, transparência e alcalinidade, principalmente no período seco, além de menores concentrações de nutrientes dissolvidos.

O eixo II mostrou que existe uma distribuição temporal dos parâmetros físico-químicos e nutrientes, com um período chuvoso (novembro a abril) e um período seco (junho a setembro). No período chuvoso, como mencionado acima, a zona fluvial apresenta as maiores concentrações de nutrientes e a cunha salina não consegue penetrar nessa porção, mantendo a zona de mistura localizada na pluma estuarina, caracterizando o estuário como externo. Já no período seco, a menor vazão fluvial permite a intrusão da cunha salina e a zona de mistura se localiza na porção interna do rio, caracterizando o estuário como interno, como observado por Carneiro (1998) no mesmo estuário. De acordo com Sierra *et al.* (2002), em estuários do tipo cunha salina, a descarga dos rios no período chuvoso é o principal fator responsável pela estratificação da coluna d'água. Por causa das fortes chuvas e, conseqüentemente, descargas de água doce, os estuários de grandes sistemas tropicais se estendem além do confinamento das bocas dos rios até a plataforma continental como plumas flutuantes de rios (Davies, 2004)

De acordo com os padrões físico-químicos descritos acima, pode-se considerar o estuário do RPS durante a maré de sizígia como altamente estratificado na região costeira (pluma estuarina) e verticalmente homogêneo na zona fluvial durante o período chuvoso, com características oligohalinas a polihalinas. Já no período seco, o estuário do RPS pode ser considerado como altamente estratificado na região costeira (pluma estuarina) e na zona fluvial, do tipo cunha salina, com características oligohalinas a polihalinas de acordo com a classificação proposta por Pritchard (1955).

Quando comparado com outros estuários do Brasil e de outros países, o estuário do rio Paraíba do Sul apresenta semelhante variação espaço-temporal das propriedades físico-químicas (Aben-Athar e Bonecker, 1996; Sierra *et al.*, 2002; Davies, 2004).

7.2 - Zooplâncton

7.2.1 - Composição do Zooplâncton:

A composição do zooplâncton apresentou uma ampla variedade de grupos, sendo a Classe Copepoda dominante e que contribuiu com o maior número de espécies. A caracterização do zooplâncton revela que este é composto por espécies de água doce, estuarinas, costeiras e oceânicas. Espécies estuarinas são bem

adaptadas às variações de salinidade (Bradford-Grieve *et al.*, 1999). *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons* e *Temora turbinata* são espécies estuarinas e costeiras (Kennish, 1994). A ocorrência de espécies oceânicas ficou bem caracterizada pela presença de *Clausocalanus furcatus*, *Subeucalanus subtenuis*, *Lucicutia flavicornis*, *Oncaea venusta*, *Corycaeus giesbrechti*, *Microsetella rosea*, *Clytemnestra scutellata*, além de cladóceros como *Penilia avirostris* e quetognatos como *Sagitta enflata* (Boltovskoy, 1999), padrão semelhante ao observado por Youssara e Gaudy (2001) no mar mediterrâneo. Também foi registrada a ocorrência de espécies tipicamente límnicas como *Termocyclops crassus*, *Notodiaptomus conifer* e *Moina micrura* (Matsumura-Tundisi e Rocha, 1983; Elmoor-Loureiro, 1997; Hann e Zrum, 1997, Matsumura-Tundisi e Tundisi, 2003).

A composição do zooplâncton no estuário do rio Paraíba do Sul é semelhante à de outros estuários brasileiros, onde se observou a dominância de organismos holoplanctônicos, principalmente na região Sul (Lopes *et al.*, 1998), Sudeste (Por *et al.*, 1984; Lopes *et al.*, 1986; Lansac Tôha e Lima, 1993; Lopes, 1994, 1996; Coelho-Botelho *et al.*, 1999; Nogueira *et al.*, 1999; Ara, 2002; Sterza, 2002) e Nordeste (Paranaguá e Nascimento-Vieira, 1984; Lira e Magalhães, 1996; Lira *et al.*, 1996; Silva *et al.*, 2004).

As espécies *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa* e *Oithona hebes* estão entre as mais abundantes nos estuários tropicais do Atlântico (Bjornberg, 1981) e junto com *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Temora turbinata* e *Euterpina acutifrons* foram as espécies mais abundantes no estuário do rio Paraíba do Sul.

7.2.2 - Riqueza de Espécies:

O zooplâncton apresentou uma grande riqueza de espécies, principalmente de Copepoda, sendo esta superior a outros estudos, embora alguns tenham utilizado metodologia de coleta diferente (Tabela IX).

Em geral o maior número de táxons ocorreu no período seco (Figura 24), principalmente na pluma estuarina. Tan *et al.* (2004) em um estuário da China também encontraram os maiores valores de riqueza de espécies no estuário externo. Mesmo assim, muitas espécies ocorrem de forma esporádica, como é o caso de *Temora stylifera*, *Subeucalanus subtenuis*, *Lucicutia flavicornis*, *Oithona plumifera*, *Oithona setigera*, *Oncaea curta*, *Clytemnestra rostrata* e *Microsetella rosea*. Todas essas espécies são oceânicas e eventualmente entram no estuário em

condições de fortes influências de correntes, grandes amplitudes de maré e vento (Boltovskoy, 1999). Espécies límnicas também foram esporádicas, como os rotíferos e certos cladóceros de água doce, que ocorreram principalmente no período chuvoso, trazidos pela forte vazão fluvial, mas contribuíram para a riqueza de espécies.

Tabela IX - Número de espécies de Copepoda encontrados em outros estudos.

REFERÊNCIA	LOCAL	Nº sp
Yongbluth (1976)	Caribe	31
Paranaguá & Nascimento–Vieira (1984)	Estuário Itamaracá (PE)	8
Lopes <i>et al.</i> (1986)	Estuário rio Verde (SP)	25
Lopes (1994)	Estuário rio Guaraú (SP)	20
Lopes <i>et al.</i> (1998)	Baía Paranaguá (PR)	26
Bonecker <i>et al.</i> (1991b)	Baía do Espírito Santo (ES)	22
Lansac Tôha & Lima (1993)	Estuário rio Una do Prelado (SP)	48
Lira <i>et al.</i> (1996)	Estuário Mundaú-Manguaba (AL)	17
Sterza (2002)	Baía de Vitória (ES)	50
Este estudo	Estuário RPS, RJ	54

7.2.3 - Abundância do Zooplâncton:

Como ocorreu em relação à composição, o holoplâncton foi o mais abundante, sendo Copepoda o táxon mais representativo, seguido por Cladocera (Figura 26). Os copépodes geralmente são o grupo dominante em estuários da costa brasileira (Montú, 1987; Nogueira *et al.*, 1988, 1999, Silva *et al.*, 2004) e em outros países, como a Espanha (Bode *et al.*, 2005), China (Tan *et al.*, 2004) e Austrália (Mckinnon e Klumpp, 1998). Para os grupos meroplanctônicos, Bivalve (larvas) foi o mais abundante. Observou-se uma sazonalidade marcante em relação

à densidade, uma vez que Copepoda foi mais abundante no período seco, enquanto Cladocera, Cirripedia e Caridae ocorreram principalmente no período chuvoso, padrão semelhante ao observado por Dias *et al.* (1999) na Baía do Ribeira (RJ). Cladocera geralmente é mais abundante em áreas alagadas e rios durante o período chuvoso (Hann e Zrum 1997; Burger *et al.*, 2002) e as espécies límnicas provavelmente entram no estuário com o aumento da vazão fluvial.

Analisando a abundância total do zooplâncton, verificou-se uma diferença entre as coletas do período seco, onde foram registrados os maiores valores (Figura 27). Esse padrão de abundância é diferente do relatado para outros estuários estudados no Brasil (Montú, 1987; Dias, 1994; Lopes, 1994; Coelho-Botelho *et al.*, 1999) e em outros países (Mckinnon e Klumpp, 1998; Froneman, 2004; Rawlinson *et al.*, 2005), os quais observaram maiores abundâncias no período de verão (período chuvoso). Os únicos estudos semelhantes foram o de Neumann-Leitão *et al.* (1999) e Silva *et al.* (2004), ambos na Baía de Suape (PE), os quais encontraram as maiores abundâncias no período seco. A maior abundância no período seco ocorre porque nesse período existe uma maior estabilidade da coluna d'água devido ao maior tempo de residência da água no estuário interno, embora isto não tenha sido medido. Esta maior estabilidade permite um melhor desenvolvimento do plâncton em geral. Já no período chuvoso o tempo de residência da água é menor, tornando o ambiente estressante para a maioria dos organismos.

A maior abundância do zooplâncton esteve associada a altas salinidades, como observado por Lopes (1996) no estuário da Juréia (SP) e por Lopes *et al.* (1998) na Baía de Paranaguá (PR). A maior abundância média de organismos na zona de mistura localizada na entrada do estuário no período seco pode estar relacionada à zona de turbidez máxima que ocorre nessa porção (Roman *et al.*, 2001), o que pode ser atestado pelos maiores valores de MPS (Figuras 16 e 17). Durante esse período a zona de mistura ocorre nas estações E4, E5 e E6 e nesta porção é onde ocorre a formação da cunha salina, com valores de salinidade intermediários, o que pode favorecer a maior abundância do zooplâncton, uma vez que as espécies mais abundantes são características de ambientes estuarinos e costeiros (Boltovskoy, 1991; 1999). Zonas de turbidez máxima são áreas de freqüente aumento das concentrações de zooplâncton, em função da maior abundância de alimento, na forma de detrito, protozoários e fitoplâncton (Roman *et al.*, 2001). Padrão semelhante foi observado por Uriarte e Villate (2004) no estuário de Bilbao na Espanha, onde a densidade do mesozooplâncton foi significativamente

maior em salinidades mais elevadas, e por Bode *et al.* (2005) os quais observaram uma diminuição da abundância em direção ao estuário interno. Na Baía de Sepetiba Coelho-Botelho *et al.* (1999) observaram um decréscimo gradual da densidade zooplânctônica em direção ao interior da Baía, particularmente de Copepoda. Já na Baía de Guanabara, Schutze e Ramos (1999) encontraram as maiores concentrações do zooplâncton na região litorânea, enquanto que Valentin *et al.* (1999) encontraram densidades mais elevadas na entrada e região intermediária da Baía.

Na zona fluvial do estuário observa-se a maior abundância de espécies límnicas, como *Notodiaptomus conifer*, *Thermocyclops crassus*, *Moina micrura*, *Simocephalus vetulus* e larvas de Caridae (Figuras 36, 37, 38, 39, 40 e 41). *Simocephalus vetulus* costuma ser abundante em áreas alagadas, associados a macrófitas, especialmente no período chuvoso (Hann e Zrum, 1997; Serafim Jr. *et al.*, 2003), e em rios (Burger *et al.*, 2002). Já *Notodiaptomus conifer* é uma espécie abundante em reservatórios e a sua ocorrência têm sido reportada na bacia do rio Paranapanema e Tietê, sendo uma das espécies dominantes nesses ambientes (Sampaio *et al.*, 2002; Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003). A porção média do RPS é composta por vários reservatórios, destacando-se dentre eles o sistema do Funil (ANA, 2004). Além disso, o Gênero *Notodiaptomus* é quase que permanente durante o período de vazão da Lagoa dos Patos (RS), chegando a ser dominante em quase todo estuário (Montú, 1980).

Já na zona de mistura, a maior abundância foi de *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Bestiolina* sp e *Oithona hebes* (Figuras 28, 29, 30, 31 e 32). A maior abundância dessas espécies na boca do estuário (zona de mistura) é semelhante a outros estudos em estuários (Montú, 1987; Mickinnon e Klumpp, 1998; Lopes *et al.*, 1998; Ara, 2002; Lawrence *et al.*, 2004;). Porém a sua maior abundância no período seco difere destes mesmos estudos, os quais observaram maiores abundâncias destas espécies principalmente no verão. Como dito anteriormente, a maior estabilidade e o maior tempo de residência da água no período seco favorecem o desenvolvimento dos organismos. *Acartia lilljeborgi* geralmente é o Copepoda dominante na maioria dos estuários brasileiros (Montú, 1987; Lopes *et al.*, 1986; Lopes, 1994; Lopes, 1996; Bonecker *et al.*, 1991b; Lira e Magalhães, 1996; Schutze e Ramos, 1999; Silva *et al.*, 2004; Valentin *et al.*, 1999), principalmente na parte intermediária e externa. *Acartia tonsa* é outra espécie de Copepoda dominante em estuários e particularmente na Baía de Chesapeake (Kennish, 1994; Roman *et al.*,

2001), e se desenvolve em salinidades intermediárias (Lopes *et al.*, 1998; Lawrence *et al.*, 2004) e altas (Montú, 1980). *Oithona hebes* é outra espécie que ocorre freqüentemente no litoral brasileiro (Dias *et al.*, 1999), sendo dominante em alguns estuários (Lansac Tôha e Lima, 1993; Lopes, 1996; Neumann-Leitão *et al.*, 1999), ocorrendo principalmente na zona de mistura dos mesmos (Mickinnon e Klumpp, 1998).

A presença de *Bestiolina* sp já havia sido reportada por Sterza e Loureiro Fernandes (2006) na Baía do Espírito Santo como sendo a primeira ocorrência deste gênero no Brasil. Este gênero ocorre principalmente no Oceano Pacífico na Baía de Kaneohe, Hawaii (Lenz *et al.*, 2000); no Golfo de Exmouth (McKinnon e Duggan 2001) e em estuários de Queensland, Austrália (Mickinnon e Klumpp, 1998) e na Baía de Tapong, Taiwan (Lo *et al.* 2004). Provavelmente este gênero tenha vindo através de água de lastro e a sua ocorrência no litoral do Espírito Santo e agora no norte do estado do Rio de Janeiro mostra que o mesmo esteja se estabelecendo ao longo da costa destes estados. Mickinnon e Klumpp (1998) na Austrália observaram que ocorre um aumento da abundância de *Bestiolina* na zona de mistura do estuário enquanto a abundância de *Parvocalanus crassirostris* diminui, padrão semelhante ao encontrado no presente estudo.

Na zona costeira (pluma estuarina) a maior abundância foi de *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Temora turbinata* e *Euterpina acutifrons* (Figuras 28, 29, 30, 31, 33 e 34). Essas são espécies costeiras freqüentemente encontradas na costa brasileira (Dias, 1994, 1995; Dias *et al.*, 1999; Lopes *et al.*, 1998; Coelho-Botelho *et al.*, 1999; Nogueira *et al.*, 1999). Dentre elas, *Paracalanus parvus* é uma espécie comum em águas tropicais em todo o mundo (Nogueira *et al.*, 1999), ocorrendo principalmente em águas de salinidades mais elevadas (Montú, 1987). O gênero *Paracalanus* foi o mais abundante na costa do estado do Rio de Janeiro no estudo de Lopes *et al.* (1999), corroborando com o presente estudo. *Parvocalanus crassirostris* costuma ser dominante em regiões costeiras, como observado por Neumann-Leitão *et al.* (1999) no porto de Suape em Pernambuco, no estuário do Rio Una do Prelado, SP (Lansac Tôha e Lima, 1993) e por Mickinnon e Klumpp (1998) na Austrália. Já *Temora turbinata* é uma espécie amplamente distribuída em águas tropicais, subtropicais e temperada dos oceanos Atlânticos, Pacíficos e Índico (Bradford-Grieve *et al.*, 1999), e freqüentemente predomina no mesozooplâncton de comunidades tropicais, costeiras e oceânicas do Golfo do México e Mar do Caribe (Suárez-Morales e Gasca, 1997, 2000). No Brasil, recentemente, *Temora turbinata*

tem sido encontrada em vários estuários e áreas costeiras (Araújo e Montú, 1993; Muxagata e Gloeden, 1995; Lopes *et al.*, 1998; 1999; Ara, 2002; Silva *et al.*, 2004; Sterza, 2002) em substituição a *Temora stylifera*, sendo *Temora turbinata* considerada como uma espécie exótica que se estabeleceu com sucesso em águas brasileiras, vindo provavelmente através da água de lastro. Já *Euterpina acutifrons* tem sido encontrada principalmente na entrada de estuários e regiões costeiras (Montú, 1987; Lansac Tôha e Lima, 1993).

7.2.4 - Diversidade e Equitabilidade do Zooplâncton:

A diversidade do zooplâncton apresentou uma diferença ao longo do ano, com menores valores no mês de janeiro (Figura 42). O mesmo aconteceu com a equitabilidade. Esses resultados refletem os menores valores de abundância e riqueza ocorridos no mesmo período. Provavelmente a maior descarga fluvial e conseqüentemente alterações nos valores e padrões de salinidade afetam a diversidade do zooplâncton, como observado por Montú (1980), no estuário da Lagoa dos Patos, onde a diversidade estava intimamente ligada às variações de salinidade. Os maiores valores de diversidade, assim como de riqueza no estuário externo sugerem que muitas espécies no estuário são de origem marinha, como observado por Tan *et al.* (2004). Por outro lado, o baixo tempo de residência da água no estuário interno também favorece a baixa diversidade do zooplâncton nesta porção. Ferreira *et al.* (2005) em estudo sobre a influência da hidrologia sobre a biodiversidade do fitoplâncton concluiu que existe uma clara relação com o tempo de residência da água. Provavelmente esse fator também afeta o zooplâncton do rio Paraíba do Sul, uma vez que embora não tenha sido medido, o tempo de residência da água no período chuvoso é muito baixo.

7.3 - Estrutura da Comunidade e Variação Espaço-Temporal

A estrutura da comunidade revelou que existe um padrão espacial e sazonal no estuário. Na análise de agrupamento observou-se uma variação espacial nítida (Figura 43). Quando se analisa a associação entre as espécies, pôde-se então compartimentar o estuário em três zonas de acordo com a sua composição em função da classificação proposta por Miranda *et al.* (2002) para as zonas estuarinas. Observa-se que espécies como *Temora turbinata*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus* e *Parvocalanus crassirostris* estiveram associadas diretamente à salinidade e a transparência da água nas estações de coleta da pluma estuarina. Essas espécies

podem então ser usadas como indicadoras de massa d'água da zona costeira. No estudo de Lopes *et al.* (1999) no litoral do Rio de Janeiro, os autores encontraram essas espécies dentre as mais abundantes. De acordo com Lopes *et al.* (1998) *Temora turbinata*, *Parvocalanus crassirostris* e *Euterpina acutifrons* ocorrem preferencialmente em áreas meso e polihalinas e dependem de recrutamento adicional da região costeira para manutenção dos estoques populacionais.

Já *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Oithona hebes* e *Bestiolina* sp estão mais associadas às estações da zona de mistura, principalmente no período seco, mostrando que podem ser usadas como indicadoras desta zona estuarina. *Acartia lilljeborgi* é uma espécie costeira que entra no estuário durante a maré enchente, aumentando assim seus valores de abundância. Segundo Bode *et al.* (2005) o gênero *Acartia* pode suportar diferentes dinâmicas no mesozooplâncton do estuário interno e externo. Ainda de acordo com Omori e Hammer (1982), o gênero *Oithona* freqüentemente está associado ao gênero *Acartia*, e frentes de mistura nos estuários podem afetar a distribuição destes copépodes (Tan *et al.*, 2004). Segundo Lopes *et al.* (1998) *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa* e *Oithona hebes* podem ser consideradas espécies estuarino-marinhas, pois ocorrem em uma ampla faixa de salinidade e as suas populações são mantidas por recrutamento local.

A presença de *Simocephalus vetulus*, *Moina micrura*, *Thermocyclops crassus* e *Notodiaptomus conifer* associados a águas típicas de interior dos estuários, a qual apresenta maiores concentrações de sílica, nitrogênio total dissolvido e ortofosfato, parece ser limitada mais em função da salinidade, uma vez que esses organismos são típicos de água doce e entram no estuário através dos rios e a sua sobrevivência depende de baixos valores de salinidade. Sendo assim, esse grupo de organismos pode ser usado como indicador de massa d'água da zona fluvial no estuário.

Em estudo ao longo da costa do Brasil com copépodes estuarinos, Almeida Prado e Lansac Tôha (1984) observaram que dentre as espécies mais abundantes estavam *Parvocalanus crassirostris* e *Acartia lilljeborgi*, dentre outros e que essas espécies eram substituídas pelo gênero *Notodiaptomus* na zona fluvial dos estuários, enquanto que na zona costeira eram substituídas por *Centropages velificatus* e *Temora stylifera*. Padrões semelhantes foram observados por Montú (1980; 1987) na Lagoa dos Patos (RS). Lopes *et al.* (1986) no estuário do rio Verde (SP) também observaram que durante o período de fortes chuvas o zooplâncton era praticamente eliminado do estuário. Mais recentemente, os mesmos padrões foram

observados na Baía de Paranaguá (PR), onde ocorreu a formação de dois grupos de pontos de coleta formados pela parte interna e externa do estuário, além da formação de dois grupos de espécies, um típico da região interna, representado por *Pseudodiaptomus richardi* e outro típico da região externa, representado por *Acartia lilljeborgi* (Lopes *et al.*, 1998). Resultados semelhantes foram encontrados por Lopes (1996) e Mckinnon e Klumpp (1998) na Austrália. No sistema estuarino Laguna de Cananéia (SP), Ara (2002) encontrou as maiores abundâncias de *Temora turbinata* em salinidades mais elevadas, principalmente no período seco. Villate (1997) no estuário de Mundaka (Espanha), observou que o zooplâncton nerítico penetra além da zona de mistura no estuário em condições de maré enchente, enquanto que populações estuarinas são confinadas próximas à zona fluvial e transportadas em direção ao mar nas marés vazantes.

A ACC (Figura 44) também revelou que a estrutura da comunidade do zooplâncton é influenciada pelas variáveis ambientais, onde a distribuição de algumas espécies e grupos acompanhou a compartimentação do estuário em duas áreas distintas: o estuário interno e o estuário externo decorrente da influência da salinidade e nutrientes, os quais apresentam um gradiente horizontal em função da descarga fluvial do RPS. Observa-se que o efeito da forte descarga do rio, associada com as correntes de maré, mantém as populações estuarinas no estuário externo durante o período chuvoso. No estuário do rio Mucuri (BA), Aben-Athar e Bonecker (1996) também observaram esses padrões, o mesmo acontecendo com Lansac Tôha e Lima (1993) no estuário do Rio Una do Prelado (SP).

A distribuição dos nutrientes na região interna do estuário, onde ocorreram as maiores concentrações dos mesmos, também esteve associada ao período em que ocorreram os menores valores de abundância do zooplâncton (período chuvoso) e biomassa fitoplanctônica. Embora fosse esperada uma maior produtividade em função do aumento da carga de nutrientes (Mozetic *et al.*, 1998; Sierra *et al.*, 2002; Davies, 2004;), isso não aconteceu, provavelmente devido aos baixos valores de transparência da água, a qual diminui a incidência de luz e pode reduzir a produção fitoplanctônica, como observado por Silva *et al.* (2004) na Baía do Suape (PE). Segundo Carneiro (1998) a disponibilidade de luz ao longo do gradiente salino pode ser um fator controlador da biomassa fitoplanctônica e conseqüentemente dos nutrientes inorgânicos dissolvidos, uma vez que o fitoplâncton utiliza estes na produção primária. Kruger (2004) em estudo na entrada do estuário do RPS observou que as concentrações de clorofila-a também foram menores no período

chuvoso. Brandini *et al.* (1988) na Baía de Paranaguá (PR) sugeriram que as maiores concentrações de clorofila-*a* ocorrem nos setores intermediários da Baía devido ao equilíbrio entre a disponibilidade de nutrientes e a turbidez. Entretanto outros fatores devem ser levados em consideração quanto à redução dos valores de clorofila-*a*. Hann e Zrum (1997) e Kim *et al.* (2001) sugerem que a maior abundância de cladóceros pode reduzir a biomassa fitoplanctônica em função da herbivoria. No presente estudo, a maior abundância de cladoceros ocorreu em janeiro, coincidindo com as menores concentrações de clorofila-*a*. De acordo com Lawrence *et al.* (2004), em estuários com curto tempo de residência da água, o acréscimo de nutrientes pode até promover um aumento da produtividade fitoplanctônica, mas pode não permitir um incremento concomitante na produção zooplanctônica.

O aporte de nutrientes para o estuário está diretamente ligado à vazão do rio Paraíba do Sul e, embora em muitos sistemas a distribuição do zooplâncton seja indiretamente controlada pelo suprimento de nutrientes, como o nitrogênio (Lawrence *et al.*, 2004), a comunidade zooplanctônica do estuário do rio Paraíba do Sul não parece estar diretamente ligada às variações das concentrações dos mesmos. O fator que está relacionado com a abundância e distribuição do zooplâncton é a redução da transparência da água, a qual reduz a quantidade de luz que penetra na coluna d'água, além da redução dos valores de salinidade que ocorre em função da maior vazão fluvial e do gradiente gerado, como observado por Lohrenz *et al.* (1999), Froneman (2004), Tan *et al.* (2004) e Uriarte e Villate (2004). De acordo com Souissi *et al.* (2000), os nutrientes e a turbidez podem afetar direta ou indiretamente o desenvolvimento do zooplâncton. Trabalhos realizados em estuários da costa brasileira demonstram que variação sazonal dos gradientes de salinidade e temperatura, do regime de circulação e da quantidade de alimento, dentre outros, são fundamentais para a compreensão das flutuações naturais e da influência dos parâmetros ambientais na dinâmica do zooplâncton estuarino (Montú, 1987; Nogueira *et al.*, 1988; Lawrence *et al.*, 2004; Sterza, 2002). Na Baía de Guanabara, por exemplo, a abundância do zooplâncton esteve relacionada com os menores índices pluviométricos sendo os maiores valores encontrados na região litorânea (Schutze e Ramos, 1999). Já no estuário do Rio Una do Prelado (SP) a composição zooplanctônica foi influenciada por fatores como ciclos de maré, salinidade, precipitação pluviométrica e pH (Lansac Tôha e Lima, 1993).

As condições físico-químicas nos estuários apresentam variações espaço-temporais e podem refletir mudanças na estrutura da comunidade zooplanctônica

(Kibirige e Perissinotto, 2003). Temperatura, salinidade e disponibilidade de alimento são uns dos mais importantes fatores que influenciam a demografia dos copépodes calanóides em ambientes estuarinos (Lawrence *et al.*, 2004). A temperatura controla as taxas reprodutivas, tamanho da população e metabolismo de muitas espécies (Edmonson, 1965). Já a quantidade e qualidade do alimento podem alterar a composição das espécies, bem como a sua abundância (Campbell e Haase, 1981). Estudos em ambientes tropicais límnicos têm indicado que a precipitação e o vento são importantes fatores físicos que podem afetar a estrutura do zooplâncton (Matsumura-Tundisi e Tundisi, 1976; Nogueira e Matusumura-Tundisi, 1996). Variações de maré também são importantes, as quais podem promover trocas de biomassa zooplanctônica entre o estuário e a região costeira adjacente, fazendo com que o estuário funcione como importador e exportador (Rawlinson *et al.*, 2005).

A hidrodinâmica da maré tem um forte efeito na composição e zonação de organismos residentes e temporários nos estuários. Em combinação com a descarga dos rios, tem implicações na regulação das populações planctônicas por translocação dos indivíduos de uma parte para outra dentro ou fora do estuário (Villate, 1997). A influência física na comunidade planctônica é determinada pelo grau de mistura decorrente do estágio da maré e da extensão de entrada de água doce (Lansac Tôha e Lima, 1993; Mckinnon & Klumpp, 1998;). No presente estudo, como a maioria das espécies é estuarina e costeira, a distribuição espacial dos valores de abundância é controlada pelo gradiente de salinidade, o qual é controlado pela vazão fluvial. A importância dos gradientes horizontais de salinidade na determinação da distribuição de organismos estuarinos tem sido bem documentada (Wooldrige, 1999; Lawrence *et al.*, 2004). Villate *et al.* (1993) e Lopes (1996), por exemplo, encontraram valores de densidade total máxima em salinidades em torno de 30. Altas salinidades normalmente estão associadas com altas densidades de espécies zooplanctônicas marinhas (neríticas), principalmente no estuário externo. Por outro lado, águas mesohalinas são dominadas por espécies tipicamente estuarinas, enquanto que águas oligohalinas são dominadas por organismos de água doce (Kibirige e Perissinotto, 2003), o mesmo observado no presente estudo.

Muitas espécies marinhas de origem nerítica ocupam a entrada do estuário e algumas podem penetrar no estuário interno dependendo da sua tolerância à diminuição salinidade, embora exista uma progressiva substituição por um pequeno número de espécies autóctones de águas estuarinas (d'Elbée e Castel, 1991). Diferenças interespecíficas em relação à tolerância de variações de salinidade

freqüentemente explicam mudanças nas espécies dominantes que se movem através do gradiente de salinidade de um estuário (Lawrence *et al.*, 2004). Grahame (1976) em um estudo em estuários da Jamaica, mostrou que as chuvas eram o mais importante fator a ser considerado nas flutuações das populações estuarinas. Rougier *et al.* (2005) observou em um estuário da Guiné próximo a foz do rio Amazonas que, durante o período de cheias do rio, o fluxo fluvial bloqueia a entrada de água do mar, e o sistema estuarino é totalmente influenciado por águas continentais. Isso faz com que o zooplâncton nessas áreas seja dominado por espécies de água continental. Já no período seco, as espécies dominantes são características de ambientes marinhos, assim como observado no presente estudo. Além disso, o próprio zooplâncton pode empregar mecanismos ativos e passivos como migração e afundamento para aumentar sua retenção em uma região estuarina em particular, como por exemplo, migrações verticais (Mckinnon e Klumpp, 1998; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2001; Roman *et al.*, 2001).

Em uma síntese de vários estudos sobre zooplâncton, Colijn (1998) concluiu que as mudanças no zooplâncton estão relacionadas com o fluxo de água doce para o estuário e a variabilidade na salinidade e temperatura. Então pode se dizer que a composição e abundância do zooplâncton varia com as diferentes massas d'água. De acordo com Mckinnon e Klumpp (1998) o efeito das forças físicas no plâncton, como, por exemplo, o grau de mistura nos estuários, determinados pela maré, e a extensão da água doce que entra nesses sistemas parecem determinar a qualidade e quantidade de material em suspensão disponível para os consumidores e a distribuição do zooplâncton dentro do estuário, assim como observado no presente estudo.

8 - CONCLUSÕES

O estuário do Rio Paraíba do Sul pode ser classificado como altamente estratificado na região costeira (pluma estuarina) e verticalmente homogêneo na zona fluvial durante o período chuvoso. Já no período seco pode-se considerar o mesmo como altamente estratificado na região costeira (pluma estuarina) e na zona fluvial, do tipo cunha salina, com características oligohalinas a polihalinas, de acordo com a classificação proposta por Pritchard (1955). A cunha salina chegou em frente a cidade de São João da Barra em Agosto de 2003 a 4,5 km da boca do estuário, mostrando que está havendo um avanço da mesma em direção ao estuário interno.

O estuário externo é caracterizado por apresentar maiores valores de salinidade, alcalinidade e pH. Já no estuário interno, predominam valores maiores de temperatura, oxigênio dissolvido e valores baixos de salinidade e transparência da água. A manutenção dessas características é decorrente da interação entre a corrente de maré e o fluxo de água doce do RPS, além de processos biológicos como decomposição de matéria orgânica.

Elevadas concentrações de clorofila-a ocorreram no mês de março e podem estar relacionadas a algum evento de grande produtividade, "florações algal", que pode ter ocorrido neste período. As menores concentrações ocorreram no período chuvoso, enquanto que as maiores concentrações de clorofila-a ocorreram no estuário interno durante o período seco e estiveram diretamente correlacionadas com o ortofosfato e NTD. No mês de janeiro, no pico do período chuvoso, observou-se que as maiores concentrações de clorofila-a ocorreram no estuário externo em frente à boca do estuário, mostrando que existe uma área de produtividade máxima próxima à boca do estuário formando um cinturão de produtividade, onde o fitoplâncton pode encontrar condições favoráveis de luz com a redução da turbidez das águas estuarinas, associadas à alta disponibilidade de nutrientes do estuário. Isso demonstra que a produtividade primária no estuário do Rio Paraíba do Sul não é controlada somente pelos nutrientes.

A distribuição dos nutrientes dissolvidos apresentou uma variação sazonal e espacial. As estações localizadas no estuário interno apresentaram as maiores concentrações ao longo do ano, exceto para nitrito. As elevadas concentrações de nitrito no limite da pluma estuarina ocorre em função da existência de elevada atividade bacteriana que ocorre no local promovendo a oxidação de amônia em nitrito. Além disso, a existência de um vórtice ciclônico no local promove a ressuspensão dos nutrientes para a coluna d'água. As concentrações de sílica, e

nitrogênio foram maiores durante o período chuvoso, em decorrência do maior aporte de água doce dos rios. As concentrações de fósforo foram elevadas durante todo o ano. As principais fontes de nutrientes para o estuário são o RPS e internas como decomposição da matéria orgânica e regeneração bêntica. As concentrações de nutrientes estão dentro dos valores considerados normais para águas estuarinas, com exceção do nitrato. A razão N/P no estuário interno chegou a 36,7, nos pontos de maior biomassa fitoplanctônica, apresentando um padrão semelhante ao da distribuição da clorofila-*a*, com os valores aumentando da região da pluma estuarina em direção ao estuário interno. Embora o estuário interno do RPS aparentemente seja P limitado, isso não acontece, uma vez que o crescimento fitoplanctônico foi maior nesse setor.

A comunidade zooplanctônica do estuário do RPS apresentou uma grande riqueza de táxons e foi composta principalmente por Copepoda. Dentre os organismos meroplanctônicos, Bivalve (larvas) foi o mais abundante. O zooplâncton apresentou 131 táxons, sendo Copepoda o grupo que apresentou o maior número de espécies (54). Ocorreram espécies de água doce, estuarinas, costeiras e oceânicas. As espécies mais abundantes foram *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Temora turbinata*, *Bestiolina* sp, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Notodiaptomus conifer*, *Thermocyclops crassus*, *Moina micrura* e *Simocephalus vetulus*. A maioria das espécies é estuarina e costeira. A presença de *Bestiolina* sp já reportada na Baía do Espírito Santo como sendo a primeira ocorrência deste gênero no Brasil e agora no estuário do RPS mostra que provavelmente este gênero tenha vindo através de água de lastro e esteja se estabelecendo ao longo da costa destes estados.

As maiores abundâncias ocorreram durante o inverno e as menores no verão, uma vez que no período seco ocorre existe uma maior estabilidade da coluna d'água devido ao maior tempo de residência da água no estuário interno, embora isto não tenha sido medido. Esta maior estabilidade permite um melhor desenvolvimento do plâncton em geral. Já no período chuvoso o tempo de residência da água é menor, tornando o ambiente estressante para os organismos.

A comunidade apresentou um padrão de distribuição espaço-temporal. De acordo com a classificação proposta por Miranda *et al.* (2002), para as zonas estuarinas, pode-se então identificar algumas espécies características das mesmas. *Temora turbinata*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus* e *Parvocalanus crassirostris* estiveram associadas diretamente à salinidade e a transparência da

água nas estações de coleta da pluma estuarina. Essas espécies podem então ser usadas como indicadoras de massa d'água da zona costeira. Já *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa*, *Oithona hebes* e *Bestiolina* sp estão mais associadas às estações da zona de mistura, principalmente no período seco, mostrando que podem ser usadas para identificar os limites desta zona. *Simocephalus vetulus*, *Moina micrura*, *Thermocyclops crassus* e *Notodiaptomus conifer* estiveram associados a águas do estuário interno na zona fluvial, uma vez que esses organismos são típicos de água doce e entram no estuário através dos rios, e a sua sobrevivência depende de baixos valores de salinidade. Sendo assim esse grupo de organismos pode ser usado como indicador na massa d'água da zona fluvial no estuário.

A manutenção do padrão espacial é influenciada pela variação da salinidade que produz um gradiente horizontal no estuário, delimitando as zonas estuarinas, e conseqüentemente a distribuição das espécies. A distribuição dos nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, não parece influenciar diretamente a comunidade zooplanctônica, uma vez que o aumento das suas concentrações não levou a um aumento da abundância do zooplâncton. O fator que parece estar relacionado com a abundância e distribuição do zooplâncton é a transparência da água a qual reduz a quantidade de luz que penetra na coluna d'água, além da redução dos valores de salinidade que ocorre em função da maior vazão fluvial e conseqüentemente da diminuição do tempo de residência da água.

9 - BIBLIOGRAFIA

- Aben-Athar, V.R. e Bonecker, S.L.C. 1996. Zooplankton Avaliation in the Estuarine System of Mucuris River, Bahia, on Drought and Flood Situation. *Arq. Biol.Tecnol.* 39 (4): 765 – 781p.
- Almeida-Prado, M. S. e Lansac-Tôha, F. A. 1984. The distribution of brackish water Calanoida (Copepoda) along the coasts of Brazil. *Hydrobiologia*, 113: 147-150p.
- ANA, 2004. Monitoramento dos reservatórios do sistema hidráulico do Paraíba do Sul. ANA – Agência Nacional de Águas. Superintendência de usos múltiplos. *Boletim de operação hidráulica*. Brasília, 11p.
- Ara, K. 2002. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, 66(4): 399-406p.
- Araújo, H. M. P. e Montú, M. 1993. Novo registro de *Temora turbinata* (Dana, 1849) (Copepoda, Crustacea) para águas atlânticas. *Nauplius*, 1: 89-90p.
- Assad, E.D. e Sano, E. E. 1998. *Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura*. 2ª ed. Brasília. 434pp.
- Balls, P. W. 1992. Nutrient behaviour in two contrasting Scottish estuaries, the Forth and Tay. *Acta Oceanologica*, 15: 261-277p.
- Baumgarten, M. G. Z.; Rocha, J. M. B. e Niencheski, L. F. H. 1996. *Manual de análises em oceanografia química*. Ed. Furg. Rio Grande, 132p.
- Berner, E.K. e Berner, R.A. 1996. *Global Environment. Water, Air and Geochemical Cycles*. Prentice Hall. New Jersey. 375pp.
- Bjornberg, T. K. S. 1981. Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed). *Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino*. Mar del Plata, INIDEP, 587-602p.

- Bode, A. Alvarez-Ossorio, M. T.; González, N.; Lorenzo, J.; Rodríguez, C.; Varela, M. e Varela, M. M. 2005. Seasonal variability of plankton blooms in the Ria de Ferrol (NW Spain): II. Plankton abundance, composition and biomass. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 63: 285-300p.
- Boltovskoy, D. (ed.). 1981. *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental*. INIDEP, Argentina, 936 pp.
- Boltovskoy, D. (ed.). 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherland, 750p.
- Bonecker, S.L.C.; Bonecker, A.C.T.; Nogueira, C.R. e Reyner, M.V. 1991a. *Zooplâncton do litoral norte do Espírito Santo - Brasil: Estrutura espaço-temporal*. Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton, Recife. Sociedade Brasileira de Plâncton (ed)., UFPE, 369-392.
- Bonecker, S.L.C.; Nogueira, C.R.; Bonecker, A.C. e Reynier, M.V. 1991b. Ecological Studies at Espírito Santo Bay, Brazil. Zooplankton Communities. *Magoon. O.T. (ed), Coastal Zone' 91*. Long Beach, (4): 3258-3278.
- Bradford-Grieve, J. M.; Markhseva, F. I.; Rocha, C. E. F. e Abihy, B. 1999. Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.). 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 869-1098p.
- Brandini, F. P. Moraes, C. L. B. e Thamm, C. A. 1988. Shelf break upwelling, subsurface máxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano and microzooplankton community off southeastern Brazil. In: *Encontro Brasileiro de Plâncton, 3*. Caiobá, PR, 1988. Memórias. Curitiba, UFPR, 47-56p.
- Burger, D. F. Hogg, I. D. e Green, J. D. 2002. Distribution and abundance of zooplankton in the Waikato River, New Zealand. *Hydrobiologia*, 479: 31-38p.

- Chapman, D. 1992. *Water Quality Assessments. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. Chapman & Hall. Cambridge. 585pp.
- Campbell, J. M. e Haase, B. L. 1981. Availability of suitable phytoplanktonic food for zooplankton in a ice-covered lake. *Hydrobiologia*, 79: 113-119p.
- Carmouze, Jean-Pierre. 1994. *O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos. Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*. São Paulo: Editora Edgard Blucher: FAPESP. 233pp.
- Carneiro, M.E.R. 1998. *Transporte da Matéria Orgânica no Estuário do Rio Paraíba do Sul*. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal Fluminense - UFF. Niterói, 200pp.
- CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2001. *Bacia do Rio Paraíba do Sul: Livro da Bacia*. Brasília. 68pp.
- Coelho-Botelho, M. J.; Mauro, J. B. N.; Dias, C. de O.; Kurtz, F. W.; Truzzi, A. C.; Nogueira, C. R.; Reis, J. L. dos e Mathias, A. M. da F. 1999. Aspectos do zooplâncton da baía de Sepetiba (RJ, Brasil). 1-33p. In: Silva, S. H. G. e Lavrado, H. P. (eds.). *Ecologia de ambientes costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE – UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Colijn, F. 1998. The temporal variability of plankton and their physico-chemical environment. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 557-561p.
- Davies, P. 2004. Nutrient processes and chlorophyll in the estuaries and plume of the Gulf of Papua. *Continental Shelf Research*, 24: 2317-2341p.
- d'Elbée, J. e Castel, J. 1991. Zooplankton from the continental shelf of the southern Bay of Biscay Exchange with Arcachon Basin, France. *Annales de l'Institut Océanographique*, 67: 35-48p.

- Dias, C. de O. 1994. Distribuição e variação espaço-temporal dos copépodes na Baía do Espírito Santo (Vitória-ES, Brasil). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 37 (4): 929-949p.
- Dias, C. O. de. 1995. Distribuição de Copepoda (Crustacea) ao largo da costa do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia*, 54 (4): 147-156p.
- Dias, C. O. de; Bonecker, S. L. C. e Nogueira, C. R. 1999. Variações na estrutura da comunidade zooplanctônica próxima à usina I da central nuclear Almirante Álvaro Alberto (C.N.A.A.A.) – (Angra dos Reis – R.J. – Brasil) – Ciclo 198/81 e 1991/93. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42 (2): 223-232p.
- DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Implantação de uma agência para a Bacia do Rio Paraíba do Sul. 1995. *Boletim Agência Técnica da Bacia do Paraíba do Sul*. CPRM. 5pp.
- Edmondson, W. T. (ed). 1959. *Fresh-Water Biology*. 2nd ed. John Wiley & Sanss. 1248pp.
- Edmondson, W. T. 1965. Reproductive rate of planktonic rotifers as related to food and temperature in nature. *Ecological Monographs*, 35: 61-111p.
- Elmoor-Loureiro, L. M. A. 1997. *Manual de Identificação de Cladoceros Límnicos do Brasil*. Ed. Universitária. Brasília. 156pp.
- Eyre, B. D. 2000. Regional evaluation of nutrient transformation and phytoplankton growth in nine river-dominated sub-tropical east Australian estuaries. *Marine Ecology Progress Series*, 205: 61-83p.
- Faro, B. T.; Gonzalez, A.; Andrade, L.; Rezende, C. E.; Suzuki, M; Valentin, J. L. e Paranhos, R. 2006. Abundância e atividade das bactérias heterotróficas no oceano Atlântico Sudoeste entre 13 r 25° S e 28 e 42° W. In: *I Congresso de Biologia Marinha*, UFF, Niterói, 106pp.

- Ferreira, J. G.; Wolff, W. J.; Simas, T. C. e Bricker, S. B. 2005. Does biodiversity of estuarine phytoplankton depend on hydrology? *Ecological Modelling*, 187: 513-523p.
- Figueiredo, R. de O. 1999. *Transporte de carbono e nitrogênio no baixo Paraíba do Sul: Fluxos e processos*. Tese de Doutorado da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, 177pp.
- Froneman, P. W. 2004. Zooplankton community structure and biomass in a southern African temporarily open/closed estuary. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 60: 125-132p.
- Garrels, M. e Mackenzie, F.T. 1971. *Evolution of sedimentary rocks*. New York, Norton & Compant, 387pp.
- Gómez-Gutiérrez, J.; Palomares-García, R.; Hernández-Trujillo, S. e Carballido-Carranza, A. 2001. Community structure of zooplankton in the main entrance of Bahía Magdalena, México during 1996. *Revista de Biología Tropical*, 49 (2): 545-558p.
- Grahame, J. 1976. Zooplankton of a tropical harbour: The numbers, composition, and response to physical factors of zooplankton in Kingston Harbour, Jamaica. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 25: 219-237p.
- Grasshoff, K; Ehrhardt, M. e Kremling, K. 1983. *Methods of Seawater Analysis*. 2nd ed. Germany. 419pp.
- Golterman, H.L. Clymo, R. S. e Ohnstad, M.A.M. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*, 2^a ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 215pp.
- Gran, G. 1952. Determination of equivalent point in potentiometric titration. *Analyst* 77: 661-671.

- Hann, B. J. e Zrum, L. 1997. Littoral microcrustaceans (Cladocera, Copepoda) in a prairie coastal wetland: Seasonal abundance and community structure. *Hydrobiologia*, 357: 37-52p.
- Hasegawa, T.; Koike, I. e Mukai, H. 2000. Dissolved organic nitrogen dynamics in coastal waters and the effect of copepods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244: 219-238p.
- Henderson, P.A. e Seaby, R.M.H. 1997. *Species diversity and richness*. Version 1.2. Projeto Mamirauá. United Kingdom: Pisces Conservation Ltda.
- Jeffries, H.P. 1962. Copepod Indicator Species in Estuaries. *Ecology*. 43 (4): 730-733p.
- Jongman, R.H.; Ter Braak, C.J.F. e Van Jongerem, O.F.R. 1987. *Data analyses in community and landscape ecology*. Pudoc Wagenisngemm. 290pp.
- Kennish, M.J. 1986a. *Ecology of Estuaries: Biological Aspects*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1: 254 pp.
- Kennish, M.J. 1986b. *Ecology of Estuaries: Physical and Chemical Aspects*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1: 254 pp.
- Kennish, M. J. 1990. *Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects*. CRC Press, Boca Raton, FL, (1): 494 pp.
- Kennish, M.J. (ed.). 1994. *Practical Handbook of Marine Science*. CRC Press, Boca Raton, FL. 566pp.
- Kibirige, I. e Perissinotto. 2003. The zooplankton community of the Mpenjati Estuary, a South African temporarily open/closed system. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 58: 727-741p.

- Kim, H. W.; Joo, G. J. e Walz, N. 2001. Zooplankton dynamics in the hiper-eutrophic Nakdong River System (Korea) regulated by an Estary Dam an side channels. *International Revista of Hydrobiologia*, 86: 127-143p.
- Koroleff, F. 1983. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K.; Ehrhardt, M. e Kremling, K. (ed). 1983. *Methods of Seawater Analysis*. 2nd ed. Germany. 125-188pp.
- Kramer, K. J. M.; Brockmann, U. H. e Warwick, R. M. 1994. *Tidal Estuaries. Manual of Sampling and Analytical Procedures*. Brussels-Luxemburgo, 304pp.
- Kruger, G. C. T. 2004. *Dinâmica e fluxo de nutrientes, MPS e clorofila-a nos períodos de baixa e alta descarga fluvial ao longo do ciclo de maré no estuário do Rio Paraíba do Sul*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, 116p.
- Lansac Tôha, F. A. e Lima, A. F. 1993. Ecologia do zooplâncton do Estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, (6): p. 82-96p.
- Lawrence, D.; Valiela, I. e Tomasky, G. 2004. Estuarine calanoid copepod abundance in relation to season, salinity, and land-derived nitrogen loading, Waquoit Bay, MA. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 61: 547-557p.
- Lenz, P. H.; Hartline, D. K. e Davis, A. D. 2000. The need for speed. I. Fast reactions and myelinated axons in copepods. *Journal of Comparative Physiology A*, 186: 337-345p.
- Levinton, J. S. 1995. *Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology*. Oxford University Press. New York, 420pp.
- Libes, S. M. 1992. *An Introduction to Marine Biogeochemistry*. John Wiley & Sons Inc., 734p.

- Lira, M.C. de A. e Magalhães, E.M. de M. 1996. Composição do zooplâncton do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (Alagoas-Brasil). *Boletim Estudos Ciências do Mar*, 9: 31-45p
- Lira, M.C. de A.; Cavalcante, M. de O. e Magalhães, E.M. de M. 1996. Distribuição dos Copepoda do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba – Alagoas (Brasil). *Boletim Estudos Ciências do Mar*, 9: 47-62p.
- Lo, Wen-Tseng; Chung, Chia-Lu e Shih, Chang-tai. 2004. Seasonal Distribution of Copepods in Tapong Bay, Southwestern Taiwan. *Zoological Studies*, 43(2): 464-474p.
- Lohrenz, S. E.; Fahnenstiel, G. L.; Redalje, D. G.; Lang, G. A.; Dagg, M. J.; Whittedge, T. E. e Dortch, Q. 1999. Nutrients, irradiance, and mixing as factors regulating primary production in coastal waters impacted by the Mississippi River Plume. *Continental Shelf Research*, 19: 1113-1141p.
- Lopes, R. M. 1994. Zooplankton Distribution in the Guaraú River Estuary (Southeastern Brazil). *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 39: 287-302p.
- Lopes, R. M. 1996. Hydrography and Zooplankton Community Structure: A comparative study among estuaries of the Juréia-Itatins Ecological Station (Southeastern Brazil). *Nerítica*, 10: 27-40p.
- Lopes, R. M.; Almeida Prado-Por, M. S. e Por, F. D. 1986. Zooplankton seasonality in the Rio Verde estuary (Juréia, São Paulo, Brazil). *Revista de Hydrobiologia Tropical*, 19 (3-4): 207-214p.
- Lopes, R. M.; do Vale, R. e Brandini, F. P. 1998. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. *Revista brasileira de oceanografia*, 46 (2): 195-211p.

- Lopes, R. M.; Brandini, F. e Gaeta, S. A. 1999. Distribution patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro (SE Brazil) in Summer 1991/1992 and winter 1992. *Hydrobiologia*, 411: 161-174p.
- MMA, 2002. Avaliação e ações prioritárias para a zona costeira e marinha. Brasília, 72pp.
- Matsumura-Tundisi, T. e Rocha, O. 1983. Occurrence of Copepod (Calanoida Cyclopoida and Harpaticoida) From "Broa" Reservoir (São Carlos, São Paulo, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, 1(43): 1-17p.
- Matsumura-Tundisi, T. e Tundisi, J. G. 1976. Plankton studies in a lacustrine environment. I. Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. *Oecologia*, 25: 265-270p.
- Matsumura-Tundisi, T. e Tundisi, J. G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, 504: 215-222p.
- McKinnon, A. D. e Klumpp, D.W. 1998. Mangrove zooplankton of North Queensland, Australia. I. Plankton community structure and environment. *Hydrobiologia*. 362: 127-143p.
- McKinnon, A. D. e Duggan, S. 2001. Summer egg production rates of paracalanid copepods in subtropical waters adjacent to Australia's North West Cape. *Hydrobiologia*, 453/454: 121-132p.
- Meybeck, M.; Salvador, F. e Thomas, A. 1976. *Polution chimique des estuaires: Etat actuel des Connaissances* (Juin 1974) Par. J.M. Martin. Rapp. Sciet. Techn. CNEXO, 22 (5): 184-224p.
- Miranda, L. B. de; Castro, B. M. de e Kjerfve, B. 2002. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. Edusp. São Paulo, 414pp.

- Montú, M. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, (4): 53-72p.
- Montú, M. 1987. *Síntese dos conhecimentos sobre zooplâncton estuarino. Estuário do sistema lagunar de Cananéia, complexo da Baía de Paranaguá e Lagoa dos Patos*. Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP), 54(3): 176-193p.
- Montú, M. e Gloeden, I. 1986. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). *Nerítica*, 1(2): 1-134p.
- Morris, A. W.; Allen, J. I. Howland, R. J. M. e Wood, R. G. 1995. The estuary plume zone: source or sink of land-derived nutrient discharges? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 40: 387-402p.
- Mozetic, P.; Turk, V. e Malej, A. 1998. Nutrient enrichment effect on plankton composition. *ANNALES. Ann. Ist. Med. Stud.*,13: 31-42p.
- Muxagata, E. e Gloeden, L. M. 1995. Ocorrência de *Temora turbinata* Dana 1849 (Crustacea: Copepoda) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius*, 3: 163-164p.
- Nascimento-Vieira, D. A. e Sant'-Anna, E. M. E. 1989. Composition of zooplankton in the Timbó River estuary (Pernambuco-Brazil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, (20): 77-97p.
- Naudin, J. J.; Cauwet, G.; Fajon, C.; Oriol, L.; Terzic, S.; Devenon, J. L. e Broche, P. 2001. Effect of mixing on microbial communities in the Rhone River Plume. *Journal of Marine Systems*, 28: 203-227p.
- Neumann-Leitão, S.; Koenig, M. L.; Macedo, S. J.; Medeiros, C.; Muniz, K. e Feitosa, F. A. N. 1999. Plankton disturbance at Suape estuarine área – Pernambuco – Brazil after a port complex implantation. *Ecossystems and Sustainable Development*, 2: 47-56p.

- Nixon, S.W. 1981. Remineralization and Nutrient Cycling in Coastal Marine Ecosystems. In: Neilson, B.J. e Cronin, L.E. *Estuaries and Nutrients*. 1981. New York: Humana Press, p. 111-138pp.
- Nogueira, C. R.; Bonecker, A. C. T e Bonecker, S. L. C. 1988. Zooplâncton da Baía de Guanabara (RJ – Brasil) – Composição e variações espaço-temporais. 151-156p. In: *Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton*. Caiobá (PR).
- Nogueira, C. R.; Santos, L. H. S.; Bonecker, A. C. T; Bonecker, S. L. C.; Dias, C. O. de e Reis, J. M. L. 1999. Studies on zooplankton and ichtioplankton communities off the Rio de Janeiro coastline. 73-98p. In: Silva, S. H. G. e Lavrado, H. P. (eds.). *Ecologia de ambientes costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE – UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Nogueira, M. G. e Matsumura-Tundisi. T. 1996. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 8: 149-168p.
- Nusch, E.A. e Palme, G. 1975. *Biologische methoden fur die praxis der gewisseruntersuchung 1. Bestimmung des Chlorophyll a und Phaeopigmentgehaltes in Oberflachenwasser*. GWF 116 (12): 562 – 565pp.
- Odum, E.P. 1988. *Ecologia*. Ed. Guanabara Koggan. Rio de Janeiro. 434pp.
- Omori, M. e Hammer, W. M. 1982. Patchy distribution of zooplankton: behavior, population assentement and sampling problem. *Marine Biology*, 72: 193-200p.
- Omori, M. e Ikeda, T. 1992. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. Malabar, Florida. Krieger Publishing Company, 329 pp.
- Ovalle, A. R. C.; Rezende, C. E.; Carvalho, C. E. V.; Jennerjahn, T. C. e Ittekkot, V. 1999. Biogeochemical characteristics of coastal waters adjacent to small river-mangrove systems, East Brazil. *Geo-Marine Letters*, 19: 179-185p.

- Paranaguá, M.N. e Nascimento-Vieira, D.A. 1984. Estudo Ecológico da Região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. XXV. Zooplâncton do Rio Botafogo. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 18: 193-206p.
- Pavlidou, A.; Papadopoulus, V. e Zervakis, V. 2001. Hydrology and nutrient – Dissolved oxygen distributions in coastal waters affected by the Neston River Plume, north Aegean Sea, Greece. *Fresenius Enviromental Bulletin*, 10 (11): 823-831p.
- Pereira, R. C. e Soares-Gomes, A. (orgs.). 2002. *Biologia Marinha*. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 382pp.
- Pereira-Filho, J.; Schettini, C. A. F.; Rorig, L. e Siegle, E. 2001. Intratidal variation and net transport of dissolved inorganic nutrients, POC and chlorophyll a in the Camboriú River estuary, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53: 249-257p.
- Pereira-Filho, J.; Spillere, L. C. e Schettini, C. A. F. 2003. Dinâmica de nutrientes na região portuária do estuário do Rio Itajaí-Açu, SC. *Atlântica*, 25 (1): 11-20p.
- Piasecki, M. e Sanders, B. F. 2002. Optimization of multiple freshwater diversions on well-mixed estuaries. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 74-84p.
- Pinckney, J. L.; Paerl, H. W.; Tester, P. e Richardson, T. L. 2001. The Role of nutrient loading and eutrophication in estuarine ecology. *Environmental Health Perspectives*, 109: 699-706p.
- Por, F. D.; Shimizu, G. Y.; Almeida Prado-Por, M. S.; Lansac Tôha, F. A. e Rocha Oliveira, I. 1984. The blackwater river estuary of Rio Una do Prelado (São Paulo, Brazil): preliminary hydrobiological data. *Revista Hydrobiologia Tropical*, 17 (3): 245-258p.
- Pritchard, D.W. 1955. Estuarine circulation patterns. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 81: 1 – 11p.

- Rawlinson, K. A.; Davenport, J. e Barnes, D. K. A. 2005. Tidal exchange of zooplankton between Lough Hyne and the adjacent coast. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 62: 205-215p.
- Roman, M. R.; Holliday, D. V. e Sanford, L. P. 2001. Temporal and spatial patterns of zooplankton in the Chesapeake Bay turbidity maximum. *Marine Ecology Progress Series*, 213: 215-227p.
- Rougier, C.; Pourriot, R.; Lam-Hoia, T. e Guiral, D. 2005. Ecological patterns of the rotifer communities in the Kaw River estuary (French Guiana). *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 63: 83-91p.
- Sanders, R.; Jickells, T. e Mills, D. 2001. Nutrients and chlorophyll at two sites in the Thames Plume and southern North Sea. *Journal of Sea Research*, 46: 13-28p.
- Sampaio, E. V.; Rocha, O.; Matsumura-Tundisi, T e Tundisi, J. G. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62 (3): 525-545p.
- Schutze, M.L.M. e Ramos, J.M. 1999. Variação Anual do zooplâncton na Baía de Guanabara e na região litorânea adjacente (Rio de Janeiro – Brasil) com especial referência aos copépodes. In: Silva, S.H.G. e Lavrado, H.P. (eds). *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE –UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 61-72p.
- Sendacz, S. e Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de Reservatórios do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 9: 51-89p.
- Serafim Jr. M.; Lansac-Tôha, F. A.; Paggi, J. C.; Velho, L. F. M. e Robertson, B. 2003. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the upper Paraná River floodplain, with a new record for Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63 (2): 349-356p.

- Sierra, J. P.; Sánchez-Arcilla, A.; Del Rio, G.; Filos, J.; Movellán, E.; Mosso, C.; Martínez, R.; Rodilla, M.; Falco, S.; e Romero, I. 2002. Spatial distribution of nutrients in the Ebro estuary and plume. *Continental Shelf Research*, 22: 361-378p.
- Silva, A. P.; Neuman-Leitão, S.; Schwamborn, R.; Oliveira Gusmão, L. M. de e Almeida e Silva, T. de. 2004. Mesozooplankton of a impacted bay in north eastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47 (33): 485-493p.
- Souissi, S.; Yahia-Kéfi, O. D. e Yahia, M. N. D. 2000. Saptial characterization of nutrient dynamics in the Bay of Tunis (south-western Mediterranean) using miltivariate analyses: consequences for phyto – and zooplankton distribution. *Journal of Plankton Research*, 22 (11): 2039-2059pp.
- Sterza, J. M. 2002. *Composição, abundância e distribuição espaço-temporal do zooplâncton relacionadas com a hidroquímica no sistema estuarino Baía de Vitória/Canal da Passagem, Vitória, ES*. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, 86pp.
- Sterza, J. M. e Loureiro Fernandes, L. 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54 (2/3): 95-105p.
- Suárez-Moralez, E. e Gasca, R. 1997. Copépodos (Crustacea) de águas superficiales del Mar Caribe Mexicano (mayo, 1991). *Revista Biología Tropical*, 45: 1523-1529p.
- Suárez-Moralez, E. e Gasca, R. 2000. The planktonic copepod community at Mahahaul reef, western Caribbean. *Bulletin of Marine Science*, 66: 225-267p.
- Summerhayes, C. P. e Thorpe, S. A. 1998. *Oceanography. An Illustrated Guide*. Manson Publishing. London, 352pp.

- Tan, Y.; Huang, L.; Chen, Q. e Huang, X. 2004. Seasonal variation in zooplankton composition and grazing impact on phytoplankton standing stock in the Pearl River Estuary, China. *Continental Shelf Research*, 24: 1949-1968p.
- Tundisi, J. G. 1970. O Plâncton Estuarino. *Contrções Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, série Oceanografia Biológica*, (19): 1-22p.
- UENF, 2003. *Relatório técnico sobre o derreamento do efluente da Indústria de Papéis Cataguazes nos Rios Pomba e Paraíba do Sul*. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 50pp.
- Underwood, A. J. 1997. *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press. Cambridge, 504p.
- Uriarte, I. e Villate, F. 2004. Effects of pollution on zooplankton abundance and distribution in two estuaries of the Basque coast (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 49: 220-228p.
- Valentin, J. L.; Tenenbaum, D. R.; Bonecker, A. C. T.; Bonecker, S. L. C.; Nogueira, C. R. e Villac, M. C. 1999. O sistema planctônico da baía de Guanabara: Síntese do conhecimento. 35-39p. In: Silva, S. H. G. e Lavrado, H. P. (eds.). *Ecologia de ambientes costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE – UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Villate, F. 1997. Tidal influence on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, Bay of Biscay). *Scientia Marina*, 61(2): 173 -188p.
- Villate, F.; Ruiz, A. e Franco, J. 1993. Summer zonation and development of zooplankton populations within a shallow mesotidal system: the estuary of Mundaka. *Cah. Biologia Marina* 34: 131-143p.

- Yin, K.; Qian, P. Y.; Wu, M. C. S.; Chen, J. C.; Huang, L.; Song, X. e Jian, W. 2001. Shift from P to N limitation of phytoplankton growth across the Pearl River estuarine plume during summer. *Marine Ecology Progress Series*, 221: 17-28p.
- Yin, K.; Song, X.; Sum, J. e Wu, M. C. S. 2004. Potential P limitation leads to excess N in the Pearl River estuarine coastal plume. *Continental Shelf Research*, 24: 1895-1907p.
- Youngbluth, M.J. 1976. Zooplankton Populations in a Polluted, Tropical Embayment. *Estuarine Coastal Marine Science*, 4: 481-496p.
- Youssara, F. e Gaudy, R. 2001. Variations of zooplankton in the frontal área of the Alboran sea (Mediterranean sea) in winter 1997. *Oceanologica Acta*, 24 (4): 361-376p.
- Wilson, S. G.; Carleton, J. H. e Meekan, M. G. 2003. Spatial and temporal patterns in the distribution and abundance of macrozooplankton on the southern North West Shelf, Western Australia. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 56: 897-908p.
- Wollast, R.; Mackensie, F.T. e Chou, L. 1993. *Interactions of C, N, P and Si Biogeochemical Cycles and Global Change*. Springer-Verlag. Germany, 521pp.
- Wooldridge, T.H. 1999. Estuarine zooplankton community structure an dynamics. *In*: Allanson, B. R.; Baird, D. (eds). *Estuaries of South Africa*. Cambridge University Press, UK, 141-166p,
- Wooldridge, T.H. e Callahan, R. 2000. The effects of a single freshwater release into the Kromme Estuary. 3: Estuarine zooplankton response. *Water SA*, 26 (3): 311 – 318p.

10 - APÊNDICES

Apêndice 1 - Valores na coluna d'água das variáveis físico-químicas obtidas ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo.

		Sal.		Temp. (°C)		OD (mg/L)		Alcalin. (meq/L)		MPS (mg/L)		Transp. (m)	pH	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.		Sup.	Fun.
Set.	E1	34,2	36,3	21,0	22,5	4,98	5,22	2,19	2,34	260,9	73,3	1,50	8,20	8,30
Set.	E2	36,3	36,5	26,0	23,0	2,89	5,27	2,15	2,31	133,3	45,0	1,50	8,20	8,20
Set.	E3	35,2	36,5	25,0	23,5	4,99	3,64	2,25	2,34	60,0	100,0	1,50	8,20	8,20
Set.	E4	33,8	36,4	22,9	22,8	4,23	4,15	2,19	2,38	73,3	70,0	1,50	8,20	8,20
Set.	E5	36,0	36,3	22,9	22,8	3,80	3,62	2,30	2,32	50,0	60,0	1,10	8,20	8,20
Set.	E6	26,0	35,5	23,1	23,1	5,82	4,51	1,92	2,35	65,0	170,0	0,80	8,00	8,00
Set.	E7	15,5	34,8	23,0	23,2	7,87	5,72	1,49	2,19	28,0	84,0	1,00	8,10	7,84
Set.	E8	2,7	28,1	23,2	23,3	7,75	5,45	0,75	1,90	4,0	96,0	1,00	7,50	7,97
Set.	E9	0,9	4,6	23,0	23,4	7,45	5,29	0,48	0,52	24,0	12,0	1,40	7,60	7,50
Out.	E1	35,7	36,0	22,3	22,5	6,75	7,48	2,28	2,30	35,2	29,6	4,50	8,34	8,28
Out.	E2	32,4	36,3	23,0	22,5	8,96	7,22	2,15	2,34	49,6	48,8	1,40	8,39	8,37
Out.	E3	31,9	36,2	23,1	22,5	7,49	7,37	2,17	2,38	67,2	67,6	0,90	8,36	8,31
Out.	E4	36,2	36,2	22,7	22,6	6,96	6,00	2,39	2,48	82,4	150,0	0,50	8,33	8,39
Out.	E5	36,2	36,2	22,5	22,5	7,76	7,90	2,42	2,45	120,0	148,0	0,50	8,31	8,31
Out.	E6	36,1	36,1	22,8	22,7	9,20	7,99	2,40	2,39	71,2	104,8	0,90	8,40	8,37
Out.	E7	3,5	28,0	25,4	24,3	9,58	8,54	1,68	1,62	14,8	179,6	1,10	8,75	8,43
Out.	E8	7,1	24,7	25,3	24,1	8,97	8,57	1,15	1,85	29,2	105,6	1,00	8,60	8,20
Out.	E9	3,0	4,7	25,5	25,5	9,84	9,52	0,70	0,84	20,8	84,8	1,10	8,75	8,50
Nov.	E1	34,2	37,5	27,1	24,9	10,2	10,0	1,93	2,31	48,0	44,0	1,50	7,89	8,05
Nov.	E2	31,4	37,5	27,5	24,8	9,7	10,1	1,93	2,32	32,0	32,0	1,90	8,08	8,11
Nov.	E3	33,1	37,5	26,6	24,8	10,2	9,6	2,10	2,33	16,0	40,0	1,50	8,15	8,09
Nov.	E4	26,4	37,5	26,6	24,7	9,4	9,0	2,10	2,33	36,0	28,0	1,60	8,09	8,13
Nov.	E5	28,1	37,5	26,1	25,2	8,5	8,3	2,17	2,35	48,0	80,0	0,60	8,08	8,09
Nov.	E6	0,3	14,5	30,7	28,5	8,0	7,3	0,38	1,19	33,3	126,7	0,50	7,60	7,87
Nov.	E7	0,3	4,4	30,7	30,7	7,5	7,3	0,35	0,34	26,7	20,0	0,50	8,17	7,21
Nov.	E8	0,1	0,1	30,6	30,7	8,2	7,8	0,33	0,33	26,7	40,0	0,50	7,20	6,80
Nov.	E9	0,1	0,1	31,0	30,9	8,3	7,4	0,32	0,32	33,3	46,7	0,50	7,35	7,06

Apêndice 1 - Valores na coluna d'água das variáveis físico-químicas obtidas ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo. Continuação...

		Sal.		Temp. (°C)		OD (mg/L)		Alcalin. (meq/L)		MPS (mg/L)		Transp. (m)	pH	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.		Sup.	Fun.
Dez.	E1	24,0	26,7	27,2	24,3	8,61	9,74	1,90	2,28	32,0	28,0	5,20	8,03	8,12
Dez.	E2	30,1	36,4	26,8	24,5	8,12	7,21	1,91	2,25	24,0	32,0	3,60	8,18	8,21
Dez.	E3	19,2	36,4	28,4	24,7	7,40	6,82	1,67	2,25	28,0	40,0	2,20	8,20	8,11
Dez.	E4	26,9	36,7	27,2	24,8	7,17	6,13	1,90	2,28	36,0	56,0	2,15	8,20	8,42
Dez.	E5	10,4	37,1	28,5	24,8	7,01	6,22	1,52	2,27	36,0	56,0	1,00	8,13	8,08
Dez.	E6	35,1	35,2	26,5	26,5	6,02	6,57	2,20	2,20	72,0	68,0	0,70	8,01	8,10
Dez.	E7	0,5	0,6	29,6	29,5	6,67	6,55	0,41	0,39	13,3	6,7	0,90	7,20	7,18
Dez.	E8	0,1	0,2	29,6	29,5	6,77	6,93	0,34	0,35	6,7	13,3	0,90	6,91	7,11
Dez.	E9	0,1	0,1	29,6	29,5	6,46	6,48	0,35	0,34	6,7	13,3	0,90	7,70	7,11
Jan.	E1	30,6	35,5	25,5	22,6	6,61	6,36	2,03	2,20	36,0	32,0	1,80	7,96	7,97
Jan.	E2	32,7	36,2	25,1	21,3	6,22	6,28	2,07	2,25	32,0	32,0	0,70	8,06	8,00
Jan.	E3	33,2	36,3	25,0	21,2	5,56	5,11	2,07	2,24	32,0	36,0	1,00	8,04	8,01
Jan.	E4	34,0	36,1	24,4	21,4	5,96	5,18	2,14	2,25	36,0	37,6	0,60	8,08	8,02
Jan.	E5	29,7	36,1	24,9	22,1	5,55	5,48	1,90	2,26	52,0	64,0	0,50	8,12	8,02
Jan.	E6	0,1	0,0	28,6	28,9	5,34	5,22	0,35	0,34	60,0	80,0	0,40	8,15	6,80
Jan.	E7	0,0	0,0	28,8	28,8	5,48	5,21	0,33	0,33	66,7	66,7	0,40	7,15	6,80
Jan.	E8	0,0	0,0	29,0	29,8	5,25	5,28	0,32	0,31	80,0	73,3	0,30	7,09	6,80
Jan.	E9	0,0	0,0	28,8	29,0	5,31	5,35	0,31	0,32	60,0	113,3	0,40	6,30	6,60
Fev.	E1	31,5	36,6	26,8	24,2	6,58	7,63	1,91	2,32	32,0	36,0	2,50	8,28	8,23
Fev.	E2	28,6	36,4	27,6	24,5	6,63	5,89	1,81	2,30	32,0	36,0	1,80	8,29	8,17
Fev.	E3	26,4	36,7	27,7	24,4	7,65	4,41	1,80	2,31	28,0	48,0	1,80	8,31	8,21
Fev.	E4	24,0	36,8	26,2	24,4	7,84	3,25	2,05	2,30	36,0	36,0	1,30	8,21	8,18
Fev.	E5	16,4	36,4	28	24,6	7,04	6,76	1,26	2,28	44,0	152,0	0,70	8,26	8,14
Fev.	E6	0,1	0,2	30,8	30,8	8,02	7,82	0,38	0,40	13,3	20,0	0,70	6,8	8,1
Fev.	E7	0,0	0,0	30,9	30,8	8,03	7,63	0,36	0,39	26,7	13,3	0,60	7,82	7,95
Fev.	E8	0,0	0,0	30,8	30,8	7,63	7,67	0,36	0,36	53,3	40,0	0,50	7,85	7,85
Fev.	E9	0,0	0,0	30,8	30,7	7,57	7,55	0,36	0,36	40,0	46,7	0,50	8,56	7,98

Apêndice 1 - Valores na coluna d'água das variáveis físico-químicas obtidas ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo. Continuação...

		Sal.		Temp. (°C)		OD (mg/L)		Alcalin. (meq/L)		MPS (mg/L)		Transp. (m)	pH	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.		Sup.	Fun.
Mar.	E1	34,7	36,6	26,9	25	7,16	5,87	1,78	2,28	28,0	28,0	3,00	7,96	7,83
Mar.	E2	32,3	36,2	26,8	25,1	4,42	4,49	1,93	2,26	32,0	32,0	2,80	8,00	7,88
Mar.	E3	32,6	36	26,5	25,2	4,32	6,04	2,27	2,28	40,0	52,0	2,00	7,99	7,97
Mar.	E4	30,2	36,5	26,5	25,5	4,19	4,19	2,09	2,27	32,0	48,0	1,90	8,03	7,97
Mar.	E5	26,2	35,7	25,6	25	4,55	3,69	2,16	2,27	44,0	64,0	1,30	8,06	8,06
Mar.	E6	0,1	34,6	29,5	25,5	7,26	4,20	0,34	2,19	13,3	240,0	0,80	8,38	7,85
Mar.	E7	0,0	0,0	29,1	29,1	6,95	7,27	0,34	0,39	6,7	20,0	0,70	6,95	6,76
Mar.	E8	0,0	0,0	29,5	29,5	6,40	7,05	0,32	0,32	13,3	53,3	0,60	6,87	7,59
Mar.	E9	0,0	0,0	29,5	29,6	7,01	7,02	0,32	0,31	40,0	53,3	0,60	7,80	8,00
Abr.	E1	36,5	37,0	27,8	26,8	6,34	7,09	2,10	2,30	28,0	44,0	4,00	8,02	8,14
Abr.	E2	34,4	37,4	27,5	26,7	6,39	7,76	2,15	2,27	32,0	32,0	4,00	8,18	8,17
Abr.	E3	30,9	37,3	27,8	26,8	7,17	5,56	2,01	2,31	40,0	52,0	3,50	8,22	8,2
Abr.	E4	33,1	36,7	27,7	26,9	4,60	5,13	2,08	2,27	32,0	40,0	2,50	8,22	8,19
Abr.	E5	27,4	37,2	28,2	26,8	4,99	4,04	1,90	2,30	32,0	64,0	1,50	8,26	8,19
Abr.	E6	29,2	34,0	27,8	27,5	4,72	4,06	1,88	2,14	56,0	72,0	0,70	8,24	8,22
Abr.	E7	4,9	22,3	28,1	27,9	7,18	6,82	0,65	0,39	16,0	60,0	0,70	8,38	8,23
Abr.	E8	0,1	0,1	28,5	28,5	8,94	7,19	0,38	0,37	4,0	4,0	0,70	8,46	8,54
Abr.	E9	0,0	0,0	28,6	28,5	7,85	8,07	0,36	0,37	8,0	8,0	0,80	8,25	8,25
Mai.	E1	34,6	36,7	24,2	24,5	6,78	6,60	2,04	2,30	72,0	96,0	4,50	8,20	8,13
Mai.	E2	34,3	36,7	24,4	24,5	5,92	5,18	2,05	2,17	44,0	40,0	2,80	8,19	8,10
Mai.	E3	34,1	36,7	24,5	24,6	6,97	6,95	2,08	2,21	32,0	40,0	3,00	8,15	8,07
Mai.	E4	33,2	36,7	24,8	24,6	5,66	6,79	2,11	2,23	40,0	60,0	3,00	8,20	8,10
Mai.	E5	32,8	35,9	24,8	24,5	5,98	5,36	2,27	2,12	76,0	40,0	2,50	8,16	7,92
Mai.	E6	30,6	34,3	24,6	24,6	7,75	5,54	1,94	2,11	132,0	68,0	1,00	8,13	8,12
Mai.	E7	17,0	26,1	24,2	24,3	7,04	6,77	1,26	0,39	36,0	64,0	1,50	8,20	8,20
Mai.	E8	0,0	0,1	24,1	23,6	8,44	8,41	0,37	0,36	16,0	20,0	1,90	8,70	9,00
Mai.	E9	0,0	0,0	24,3	24,2	8,27	8,23	0,36	0,35	4,0	8,0	1,50	8,00	8,34

Apêndice 1 - Valores na coluna d'água das variáveis físico-químicas obtidas ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo. Continuação...

		Sal.		Temp. (°C)		OD (mg/L)		Alcalin. (meq/L)		MPS (mg/L)		Transp. (m)	pH	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.		Sup.	Fun.
Jun.	E1	31,3	35,2	26,0	25,1	5,86	5,86	2,48	2,15	44,0	48,0	2,00	8,40	8,26
Jun.	E2	30,2	34,7	26,2	25,0	7,77	7,45	1,91	2,16	52,0	64,0	2,00	8,30	8,23
Jun.	E3	29,7	34,6	26,3	24,0	7,47	8,41	1,95	2,15	44,0	48,0	1,30	8,28	8,20
Jun.	E4	29,5	34,1	26,0	24,0	8,12	7,68	1,92	2,21	96,0	48,0	1,50	8,27	8,19
Jun.	E5	29,9	33,9	26,1	23,0	7,29	6,23	2,00	2,19	80,0	80,0	1,40	8,23	8,19
Jun.	E6	32,7	33,6	26,5	25,0	8,17	6,23	2,14	2,18	112,0	72,0	0,50	8,05	8,15
Jun.	E7	18,7	29,1	26,8	26,0	8,32	8,13	1,94	0,39	40,0	64,0	0,90	8,11	8,32
Jun.	E8	0,3	7,2	26,9	26,0	8,38	8,06	0,37	0,73	20,0	24,0	2,00	8,70	8,50
Jun.	E9	0,0	0,1	26,9	25,0	8,43	8,16	0,34	0,33	12,0	20,0	1,60	8,75	8,70
Jul.	E1	36,4	37,2	24,0	23,2	6,38	7,89	3,08	3,40	52,0	52,0	3,50	6,22	6,68
Jul.	E2	37,1	37,1	23,6	23,6	6,17	6,39	3,39	3,47	56,0	56,0	4,00	7,15	7,15
Jul.	E3	36,9	36,7	23,6	23,6	5,40	7,48	3,49	3,46	52,0	52,0	4,00	7,26	7,22
Jul.	E4	36,3	36,6	23,8	23,6	7,25	6,54	3,40	3,42	56,0	48,0	2,00	7,49	7,45
Jul.	E5	32,7	36,4	24,2	23,5	7,23	7,48	3,15	3,45	60,0	64,0	1,00	7,40	7,47
Jul.	E6	22,1	28,9	23,7	23,9	7,92	6,97	2,31	2,83	80,0	28,0	0,50	7,25	7,37
Jul.	E7	6,5	14,5	23,6	23,6	8,40	7,86	1,03	1,70	40,0	24,0	1,00	7,32	7,33
Jul.	E8	0,7	0,6	23,3	23,3	8,19	8,09	0,55	0,55	16,0	8,0	1,50	7,54	7,36
Jul.	E9	0,1	0,1	23,3	23,3	8,30	7,85	0,46	0,46	52,0	8,0	0,70	7,25	7,45
Ago.	E1	36,5	36,3	22,9	23,5	4,19	4,43	4,33	4,25	52,0	168,0	1,50	8,36	8,35
Ago.	E2	36,6	36,6	22,9	22,9	4,00	2,85	4,27	4,29	28,0	52,0	1,10	8,33	8,30
Ago.	E3	36,5	36,7	22,8	22,7	3,10	2,70	4,25	4,25	68,0	92,0	1,10	8,44	8,33
Ago.	E4	36,4	36,7	22,6	22,5	2,97	3,16	4,29	4,29	36,0	56,0	0,60	8,39	8,38
Ago.	E5	36,3	36,4	22,3	22,4	3,03	2,56	4,21	4,32	128,0	72,0	0,60	8,40	8,36
Ago.	E6	34,0	35,7	22,3	22,4	4,98	4,33	4,00	4,23	28,0	208,0	0,50	8,43	8,39
Ago.	E7	35,9	35,8	22,2	22,4	3,21	3,67	4,13	4,14	104,0	64,0	0,60	8,45	8,44
Ago.	E8	10,7	30,8	21,4	22,1	6,39	3,10	1,99	3,60	76,0	44,0	1,10	8,50	8,43
Ago.	E9	3,6	16,6	21,2	21,7	7,85	7,24	1,13	2,31	24,0	12,0	1,10	8,22	8,44

Apêndice 2 - Valores na coluna d'água dos nutrientes e clorofila-a obtidos ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo.

		PO ₄ ³⁻ (μM)		H ₄ SiO ₄ (μM)		NH ₄ ⁺ (μM)		NO ₂ ⁻ (μM)		NO ₃ ⁻ (μM)		NTD (μM)		Clh-a (μg/L)	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.
Set.	E1	0,56	0,24	19	10	0,40	0,08	0,22	0,15	0,40	0,54	10,9	8,1	1,48	0,25
Set.	E2	0,33	0,22	22	13	0,49	0,06	0,22	0,23	2,88	0,79	13,9	9,3	1,78	0,30
Set.	E3	0,23	0,55	16	12	0,05	0,06	0,15	0,15	2,23	1,43	10,7	1,6	1,18	0,25
Set.	E4	0,87	0,66	21	13	0,06	0,25	0,15	0,15	2,94	1,73	10,2	1,9	1,48	0,89
Set.	E5	0,44	0,27	15	13	0,48	0,36	0,15	0,34	1,82	1,84	1,9	12,8	1,48	4,74
Set.	E6	0,23	0,64	24	17	0,98	0,09	0,15	0,15	3,51	2,60	14,3	12,3	5,33	9,18
Set.	E7	0,97	1,47	40	22	0,52	0,58	0,15	0,15	5,62	4,13	15,3	15,6	1,48	4,74
Set.	E8	0,86	0,67	52	34	2,22	0,48	0,19	0,36	14,03	5,39	41,8	26,3	0,59	0,25
Set.	E9	1,19	1,02	43	57	1,11	0,92	0,17	0,18	15,56	16,00	41,4	42,4	0,25	0,25
Out.	E1	0,19	0,19	35	44	1,28	0,55	0,20	0,50	0,24	0,71	28,0	9,4	0,30	0,25
Out.	E2	0,19	0,24	49	36	1,43	0,50	0,20	0,30	1,87	1,61	11,8	14,6	2,07	0,25
Out.	E3	0,25	0,28	44	57	0,65	0,45	0,21	0,18	2,70	1,91	11,8	12,6	0,25	0,30
Out.	E4	0,19	0,11	36	33	1,57	0,23	0,27	0,34	1,13	1,81	12,2	9,6	2,37	0,25
Out.	E5	0,18	0,19	27	26	0,59	0,84	0,36	0,46	1,18	2,83	10,9	11,5	0,25	0,25
Out.	E6	0,24	0,25	39	29	0,76	0,99	0,40	0,40	1,06	3,64	9,5	14,0	0,89	6,51
Out.	E7	0,08	0,14	227	68	0,64	1,44	0,50	0,30	2,85	2,35	10,9	13,4	0,25	0,25
Out.	E8	0,09	0,19	117	75	2,25	1,58	0,30	0,30	11,33	1,18	12,5	22,4	14,21	1,48
Out.	E9	0,13	0,14	230	202	2,30	3,70	0,30	0,30	5,68	3,76	10,9	14,0	0,25	0,25
Nov.	E1	0,22	0,41	96	66	3,43	2,94	0,40	0,40	14,37	1,87	20,0	26,0	0,89	0,25
Nov.	E2	0,27	0,23	74	54	2,47	1,70	0,50	0,40	7,63	2,61	13,3	23,1	1,18	0,25
Nov.	E3	0,21	0,24	57	53	1,50	1,48	0,50	0,50	17,60	2,79	12,6	29,9	1,18	0,25
Nov.	E4	0,34	0,39	84	46	3,08	1,62	0,50	0,50	1,57	1,31	15,2	13,0	2,07	0,59
Nov.	E5	0,40	0,30	42	41	1,84	1,56	0,50	0,50	17,92	1,19	38,3	32,4	0,25	0,59
Nov.	E6	0,88	0,34	302	153	2,30	3,48	0,50	0,10	28,73	6,94	40,7	32,7	3,26	2,07
Nov.	E7	0,66	0,65	326	346	4,51	2,39	0,10	0,10	29,43	25,15	17,9	49,0	1,18	2,07
Nov.	E8	0,70	0,67	359	245	4,46	5,50	0,10	0,10	28,54	19,65	43,3	50,5	1,78	0,30
Nov.	E9	0,80	0,72	245	184	3,35	3,34	0,10	0,10	25,58	29,87	48,1	48,0	4,44	3,85

Apêndice 2 - Valores na coluna d'água dos nutrientes e clorofila-a obtidos ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo. Continuação...

		PO ₄ ³⁻ (μM)		H ₄ SiO ₄ (μM)		NH ₄ ⁺ (μM)		NO ₂ ⁻ (μM)		NO ₃ ⁻ (μM)		NTD (μM)		Clh-a (μg/L)	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.
Dez.	E1	0,13	0,04	42	15	1,78	1,47	0,38	0,38	3,57	3,20	17,1	46,5	0,25	0,25
Dez.	E2	0,19	0,04	39	17	0,05	1,08	0,33	0,45	3,06	1,38	41,5	19,3	1,48	0,25
Dez.	E3	0,13	0,07	36	17	0,05	0,98	0,35	0,47	3,76	2,82	48,9	6,8	0,25	0,25
Dez.	E4	0,13	0,08	23	16	0,87	1,30	0,36	0,48	6,95	2,02	49,0	41,3	0,25	0,25
Dez.	E5	0,16	0,35	65	6	1,38	0,29	0,24	0,30	8,75	3,83	29,3	24,7	2,66	0,25
Dez.	E6	0,13	0,18	12	17	0,39	0,52	0,39	0,42	1,72	2,11	27,0	47,2	0,25	0,25
Dez.	E7	0,59	0,62	179	170	1,16	0,97	0,27	0,31	17,88	18,94	43,7	46,1	1,18	0,89
Dez.	E8	0,63	0,79	165	172	1,91	2,47	0,31	0,42	29,47	28,88	44,9	43,9	2,96	3,85
Dez.	E9	0,59	0,69	174	177	1,61	2,01	0,27	0,46	24,09	28,62	51,0	41,5	2,96	3,26
Jan.	E1	0,17	0,18	31	27	2,10	2,13	0,32	0,37	3,78	3,15	2,8	44,7	0,25	0,25
Jan.	E2	0,16	0,14	25	11	1,15	1,15	0,42	0,42	3,42	3,30	43,3	44,6	0,30	0,89
Jan.	E3	0,41	0,28	35	25	0,95	1,36	0,35	0,34	2,18	3,16	43,3	2,6	1,18	0,25
Jan.	E4	0,22	0,31	31	19	0,96	1,48	0,37	0,43	1,29	3,65	42,0	3,0	0,30	0,25
Jan.	E5	0,29	0,33	35	17	2,11	1,75	0,38	0,47	5,14	3,26	2,9	3,0	1,48	1,18
Jan.	E6	0,95	1,13	157	175	2,67	1,17	0,49	0,36	20,15	21,20	4,5	4,8	0,25	0,25
Jan.	E7	1,13	1,31	143	163	3,16	3,49	0,33	0,37	22,22	22,63	43,4	72,9	0,25	0,30
Jan.	E8	1,02	0,99	187	189	4,25	4,59	0,30	0,30	21,96	22,23	41,6	23,0	0,25	0,30
Jan.	E9	0,98	1,12	188	165	2,31	2,88	0,36	0,31	21,82	19,02	4,6	6,4	0,25	0,60
Fev.	E1	0,22	0,43	28	13	2,64	3,32	0,74	0,32	3,20	2,36	8,8	14,0	1,48	0,25
Fev.	E2	0,41	0,43	46	22	3,36	1,97	0,34	0,19	4,09	1,27	22,0	15,7	1,48	0,59
Fev.	E3	0,36	0,27	38	23	3,13	1,88	0,31	0,50	3,29	2,26	11,7	9,2	2,37	0,25
Fev.	E4	0,44	0,51	35	23	2,66	2,38	0,38	0,44	3,43	2,16	10,4	12,0	1,48	0,25
Fev.	E5	0,52	0,79	75	16	3,48	3,32	0,17	0,51	6,59	6,19	15,6	40,4	2,66	2,07
Fev.	E6	0,85	0,83	198	166	3,65	3,42	0,15	0,14	20,76	18,36	53,2	47,0	10,66	4,44
Fev.	E7	0,82	0,74	166	163	5,31	1,65	0,14	0,12	21,61	19,88	30,3	27,5	10,95	4,74
Fev.	E8	0,48	0,59	200	181	2,23	3,71	0,12	0,12	20,98	19,07	29,0	29,7	9,47	10,06
Fev.	E9	0,72	0,72	182	188	3,28	4,73	0,17	0,17	21,11	17,95	26,0	29,1	9,18	6,51

Apêndice 2 - Valores na coluna d'água dos nutrientes e clorofila-a obtidos ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo. Continuação...

		PO ₄ ³⁻ (μM)		H ₄ SiO ₄ (μM)		NH ₄ ⁺ (μM)		NO ₂ ⁻ (μM)		NO ₃ ⁻ (μM)		NTD (μM)		Clh-a (μg/L)	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.
Mar.	E1	0,24	0,27	20	6	0,05	0,05	0,12	0,23	4,1	2,6	13,7	20,8	1,8	0,3
Mar.	E2	0,30	0,25	23	0,1	0,16	0,05	0,13	0,25	4,2	2,8	13,7	12,4	0,3	2,4
Mar.	E3	0,25	0,24	24	24	0,05	0,83	0,19	0,25	3,4	1,8	15,8	13,6	7,1	9,5
Mar.	E4	0,71	0,43	155	14	0,59	0,36	0,05	0,14	10,9	4,1	27,8	40,8	28,7	29,6
Mar.	E5	0,82	0,74	204	237	1,38	1,11	0,04	0,06	17,8	28,6	28,5	34,1	35,8	23,1
Mar.	E6	0,72	0,79	192	155	0,26	0,64	0,04	0,09	28,2	28,2	34,7	32,7	29,9	16,6
Mar.	E7	0,99	1,05	129	176	2,96	1,10	0,03	0,14	29,6	22,9	33,9	31,5	32,6	30,2
Mar.	E8	0,33	0,31	17	20	1,14	0,92	0,33	0,63	2,1	0,4	17,4	16,6	0,25	0,59
Mar.	E9	0,74	0,61	21	10	0,64	2,12	0,35	0,33	0,1	0,2	8,0	7,4	2,37	0,59
Abr.	E1	0,67	0,71	15	3	0,27	0,83	0,21	0,66	2,5	1,5	9,9	10,7	2,37	0,25
Abr.	E2	0,76	0,67	22	5	0,27	0,05	0,50	0,34	2,3	1,4	14,8	11,8	0,89	1,78
Abr.	E3	0,70	0,75	28	2	1,82	0,27	0,34	0,47	1,2	1,0	10,6	10,9	0,25	1,18
Abr.	E4	0,68	0,77	26	19	1,74	0,59	0,68	0,39	2,6	1,3	14,4	11,8	0,25	1,48
Abr.	E5	0,72	0,62	128	31	0,37	0,83	0,13	0,55	4,1	7,9	8,9	22,0	0,25	1,48
Abr.	E6	0,77	0,80	177	157	0,08	0,36	0,39	0,40	20,5	21,3	24,4	33,5	0,25	2,66
Abr.	E7	0,77	0,77	211	177	2,68	4,54	0,34	0,35	19,9	20,5	23,2	25,5	0,89	2,07
Abr.	E8	0,27	0,75	29	22	2,20	5,34	0,28	0,31	3,1	4,3	12,1	8,6	0,25	0,25
Abr.	E9	0,31	0,31	20	24	1,45	1,35	0,31	0,28	3,9	3,4	10,2	10,4	0,25	0,89
Mai.	E1	0,42	0,35	36	24	1,37	1,99	0,27	0,12	3,0	7,2	11,0	10,4	3,55	1,78
Mai.	E2	0,32	0,41	27	20	1,66	1,96	0,11	0,18	2,2	1,3	8,7	11,0	1,18	0,25
Mai.	E3	0,62	0,50	15	29	0,87	1,27	0,18	0,08	2,4	2,5	7,5	8,2	0,25	0,59
Mai.	E4	0,52	0,38	36	33	1,49	1,02	0,10	0,14	4,7	2,5	17,1	13,9	3,85	1,48
Mai.	E5	0,37	0,39	103	41	2,42	1,59	0,16	0,12	10,4	7,8	18,6	17,0	0,25	1,48
Mai.	E6	0,58	0,75	190	196	2,76	2,98	0,20	0,28	23,4	21,3	27,9	37,2	1,78	2,66
Mai.	E7	0,65	0,54	145	179	2,02	3,13	0,25	0,29	27,3	23,2	37,1	25,0	0,25	0,25
Mai.	E8	0,24	0,27	20	6	0,05	0,05	0,12	0,23	4,1	2,6	13,7	20,8	1,8	0,3
Mai.	E9	0,30	0,25	23	0,1	0,16	0,05	0,13	0,25	4,2	2,8	13,7	12,4	0,3	2,4

Apêndice 2 - Valores na coluna d'água dos nutrientes e clorofila-a obtidos ao longo dos meses nas estações de amostragem entre os anos de 2002 e 2003. Sup.=superfície; Fun.=fundo. Continuação...

		PO ₄ ³⁻ (μM)		H ₄ SiO ₄ (μM)		NH ₄ ⁺ (μM)		NO ₂ ⁻ (μM)		NO ₃ ⁻ (μM)		NTD (μM)		Clh-a (μg/L)	
		Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.	Sup.	Fun.
Jun.	E1	0,25	0,21	19	19	3,25	3,11	0,16	0,59	1,3	1,1	8,4	6,2	0,25	2,66
Jun.	E2	0,18	0,31	19	23	1,65	1,46	0,17	0,26	1,7	1,1	8,2	6,0	0,25	0,30
Jun.	E3	0,10	0,19	28	27	0,38	0,78	0,14	0,29	0,3	1,4	2,9	6,6	2,07	0,30
Jun.	E4	0,30	0,40	31	28	2,25	1,43	0,23	0,35	0,7	0,5	4,4	6,9	0,25	0,25
Jun.	E5	0,26	0,46	29	27	1,12	1,53	0,30	0,50	2,5	1,1	8,4	2,5	4,44	1,18
Jun.	E6	0,42	0,39	35	27	1,10	1,18	0,35	0,55	0,6	1,9	6,4	4,6	4,74	3,55
Jun.	E7	0,37	0,42	28	72	1,06	1,11	0,26	0,14	0,7	1,4	3,0	14,8	6,51	5,33
Jun.	E8	0,46	0,42	235	109	1,53	1,40	0,18	0,17	15,1	5,3	16,7	15,2	5,62	11,54
Jun.	E9	0,38	0,52	32	219	1,03	4,24	0,17	0,22	16,0	19,6	17,8	24,7	6,22	2,96
Jul.	E1	0,32	0,24	16	14	3,28	2,38	0,38	0,22	1,0	1,2	10,5	11,2	2,07	1,78
Jul.	E2	0,22	0,20	20	16	1,16	1,47	0,40	0,59	2,3	1,2	12,7	9,3	2,37	2,96
Jul.	E3	0,31	0,21	14	17	1,78	1,80	0,26	0,27	2,3	1,2	12,2	28,0	2,96	0,59
Jul.	E4	0,21	0,23	17	17	1,71	1,37	0,31	0,59	3,3	1,2	12,0	9,4	0,89	0,03
Jul.	E5	0,23	0,32	23	7	0,97	2,17	0,28	0,58	2,9	0,1	9,8	7,9	0,30	0,25
Jul.	E6	0,42	0,40	55	42	1,51	1,56	0,22	0,44	3,7	7,2	10,1	14,7	1,48	2,37
Jul.	E7	0,42	0,49	99	58	2,75	1,65	0,47	0,51	3,1	6,2	14,6	12,7	1,48	1,18
Jul.	E8	0,64	0,42	91	102	3,33	4,35	0,22	0,25	15,3	15,7	20,6	23,7	1,78	4,44
Jul.	E9	0,44	0,39	135	143	2,78	2,20	0,25	0,22	19,5	17,3	27,4	24,0	0,30	0,25
Ago.	E1	0,41	0,43	14	12	2,54	3,05	0,75	0,94	1,08	1,19	8,5	8,0	1,78	0,89
Ago.	E2	0,56	0,74	13	19	0,97	0,94	0,50	0,28	2,09	0,22	7,9	6,9	0,30	0,25
Ago.	E3	0,63	0,71	9	17	1,37	1,38	0,49	0,51	0,98	1,91	7,1	6,2	0,25	0,25
Ago.	E4	0,74	0,74	14	18	1,45	1,00	0,54	0,40	1,07	1,45	5,6	5,1	0,59	0,25
Ago.	E5	0,74	0,74	15	16	1,21	1,39	0,43	0,81	2,00	0,75	8,9	7,1	2,96	0,59
Ago.	E6	0,70	0,74	25	23	1,01	1,27	0,46	0,69	2,58	2,21	6,5	6,2	1,78	0,59
Ago.	E7	0,75	0,77	21	23	1,19	0,93	0,36	0,25	2,00	1,96	5,3	14,7	0,59	1,78
Ago.	E8	0,74	0,74	94	41	1,51	1,52	0,46	0,39	6,65	2,07	10,9	10,7	2,66	0,59
Ago.	E9	0,68	0,34	141	61	2,46	1,66	0,22	0,14	8,27	7,63	10,7	11,7	0,25	2,37

Apêndice 3 - Inventário do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Sul.

Filo Rhizopoda

Classe Granuloreticulosea

Ordem Foraminiferida

Filo Rotifera

Classe Monogononta

Ordem Ploimida

Família Brachionidae

Brachionus bidentata (Anderson, 1889)

Brachionus calicyflorus (Pallas, 1766)

Brachiounus patulus (O.F.M., 1786)

Brachionus plicatilis (O.F.M., 1786)

Brachionus urceolaris (O.F.M., 1773)

Platyas quadricornis (Ehrb, 1832)

Família Sunchaetidae

Polyarthra leloupi Ehrb, 1834

Polyarthra sp Ehrb, 1834

Família Gastropodidae

Ascomorpha sp Perty, 1850

Filo Nematoda

Filo Platyhelminthes

Classe Turbellaria

Filo Cnidaria

Classe Scyphozoa

Classe Hydrozoa

Ordem Siphonophora

Lensia sp (Chun, 1886)

Muggiaea kochi (Wild, 1844)

Filo Ctenophora

Filo Annelida

Classe Olygochaeta

Classe Polychaeta

Filo Mollusca

Classe Bivalvia

Classe Gastropoda

Subclasse Opisthobranchia

Ordem Thecosomata

- Creceis acicula* Rang, 1828
Superfamília Heteropoda
- Filo Arthropoda
Subfilo Crustacea
Classe Copepoda
Ordem Calanoida
- Família Calanidae
Undinula vulgaris A. Scott, 1909
- Família Paracalanidae
Acrocalanus longicornis Giesbrecht, 1888
Bestiolina sp (Sewell, 1912)
Paracalanus nanus Sars, 1907
Paracalanus parvus (Claus, 1863)
Paracalanus quasimodo Bowman, 1971
Parvocalanus crassirostris Dahl, 1894
- Família Eucalanidae
Subeucalanus subtenuis Giesbrecht, 1888
- Família Clausocalanidae
Clausocalanus furcatus (Brady, 1883)
- Família Lucicutiidae
Lucicutia flavicornis (Claus, 1863)
- Família Centropagidae
Centropages furcatus Dana, 1849
Centropages velificatus (de Oliveira, 1947)
- Família Pseudodiaptomidae
Pseudodiaptomus acutus (Dahl, 1894)
Pseudodiaptomus richardi Dahl, 1894
- Família Temoridae
Temora turbinata (Dana, 1849)
Temora stylifera (Dana, 1848)
- Família Pontellidae
Calanopia americana Dahl, 1894
Labidocera fluviatilis F. Dahl, 1894
Pontellina plumata Dana, 1853
- Família Acartiidae
Acartia lilljeborgi Giesbrecht, 1892
Acartia tonsa Dana, 1848
- Família Notodiaptomidae

Notodiaptomus conifer (SarsGO, 1901)

Notodiaptomus iheringi (Wrights, 1935)

Família Pseudocyclopidae

Pseudocyclops sp Brady 1872

Ordem Cyclopoida

Família Oithonidae

Oithona hebes Giesbrechti, 1891

Oithona nana Giesbrechti, 1892

Oithona oculata Farran, 1913

Oithona oswaldocruzi Oliveira, 1945

Oithona setigera (Dana, 1849)

Oithona similis Claus, 1866

Oithona plumifera Baird, 1843

Família Cyclopidae

Ectocyclops rubescens Brady 1904

Thermocyclops crassus (Fischer, 1853)

Thermocyclops decipiens (Kiefer, 1929)

Thermocyclops minutus (Lowndes, 1934)

Família Eucyclopidae

Eucyclops serrulatus (Fischer, 1851)

Família Clausididae

Hemicyclops thalassius Vervoort & Ramírez, 1966

Ordem Poecilostomatoida

Família Oncaeidae

Oncaea conifera Giesbrechti, 1891

Oncaea media Giesbrechti, 1891

Oncaea mediterranea Claus, 1863

Oncaea venusta Philippi, 1843

Família Sapphirinidae

Sapphirina sp Thompson, 1824

Família Corycaeidae

Corycaeus amazonicus Dahl, 1894

Corycaeus giesbrechti Dahl, 1894

Corycaeus speciosus Dana, 1849

Farranula gracilis (Dana, 1853)

Ordem Harpacticoida

Família Ectinosomatidae

Macrosetella gracilis Dana, 1847

Microsetella norvergica (Boeck, 1864)

Microsetella rosea (Dana, 1848)

Família Euterpinidae

Euterpina acutifrons (Dana, 1852)

Família Clytemnestridae

Clytemnestra rostrata (Brady, 1883)

Clytemnestra scutellata Dana, 1849

Família Thalestridae

Paradactylopodia sp (Boeck, 1865)

Ordem Monstrilloida

Cymbasoma sp Thompson, 1887

Classe Cirripedia

Classe Ostracoda

Classe Malacostraca

Subclasse Eumalacostraca

Superordem Eucarida

Ordem Decapoda

Subordem Pleocyemata

Infra-ordem Anomura

Família Porcelanidae

Infra-ordem Brachyura

Infra-ordem Caridae

Subordem Dendrobranchiata

Infra-ordem Penaeidae

Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862)

Família Luciferidae

Lucifer faxoni Borradaile, 1915

Ordem Euphausiacea

Superordem Peracarida

Ordem Amphipoda

Corophium sp Costa, 1857

Ordem Isopoda

Família Sphaeromatidae

Ordem Mysidacea

Bowmaniella brasiliensis Bacescu, 1968

Metamysidopsis sp Holmes, 1900

Promysis atlantica (Tattersall, 1923)

Ordem Cumacea

Subclasse Hoplocarida

Ordem Stomatopoda

Classe Branchiopoda

Subclasse Diplostraca (Cladocera)

Ordem Ctenopoda

Família Sididae

Diaphanosoma fluviatile Hansen, 1899

Penilia avirostris Dana, 1849

Ordem Onychopoda

Família Podonidae

Pseudoevadne tergestina (Claus, 1877)

Ordem Anomopoda

Família Daphniidae

Ceriodaphnia richardi Sars, 1901

Simocephalus kerhervei Bergamin, 1931

Simocephalus latirostris Stingelin, 1906

Simocephalus serrulatus (Koch, 1841)

Simocephalus vetulus (O. F. Muller, 1776)

Família Bosminidae

Bosmina longirostris (Muller, 1785)

Bosminopsis deitersi Richard, 1895

Família Moinidae

Moina micrura Kurz, 1874

Família Macrothricidae

Macrothrix triserialis (Brady, 1886)

Família Chydoridae

Alona quadrangularis Muller, 1875

Alona rectangula Sars, 1861

Camptocercus dadayi Stingelin, 1913

Kurzia latissima (Kurz, 1874)

Pleuroxus similis Birge, 1877

Ordem Conchostraca

Subfilo Chelicerata

Classe Arachnida

Subclasse Acari

Subfilo Uniramia

Classe Insecta

Filo Bryozoa

Filo Echinodermata

Filo Chaetognatha

Fritilaria sp Lohmann, 1896

Sagitta enflata Grassi, 1881

Sagitta friderici Ritter-Zahony, 1911

Sagitta decipiens Fowler, 1905

Sagitta hispida Conant, 1895

Sagitta tenuis Conant, 1896

Filo Phoronida

Filo Chordata

Subfilo Urochordata

Classe Larvacea

Família Oikopleuridae

Subfamília Oikopleurinae

Oikopleura dioica Fol, 1872

Oikopleura rufescens Fol, 1872

Oikopleura longicauda (Vogt, 1854)

Oikopleura fusiformis Fol, 1872

Classe Ascidiacea

Classe Thaliacea

Subfilo Vertebrata

Superclasse Pisces

Classe Osteichthyes

Apêndice 4 – Abundância das espécies e grupos zooplanctônicos dominantes (Ind.m⁻³) ao longo dos meses nas estações de amostragem.

	<i>Acartia lilljeborgi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>P. Parvus</i>	<i>P. crassirostris</i>	<i>Bestiolina sp</i>	<i>Temora turbinata</i>	<i>Oithona hebes</i>	<i>C. speciosus</i>	<i>Euterpina acutifrons</i>	<i>N. conifer</i>	<i>T. crassus</i>	<i>Moina micrura</i>	<i>S. vetulus</i>	Caridae	Pteropoda
Set.1	40	0	8.231	269	183	1.794	16	59	1.176	0	0	0	0	21	849
Set.2	11	2	892	20	33	1.460	0	34	560	0	0	0	0	39	201
Set.3	26	0	796	27	98	1.430	12	26	715	0	0	0	0	54	126
Set.4	73	27	889	183	256	4.123	104	70	1.866	0	0	0	0	28	120
Set.5	175	25	1.100	234	449	5.284	0	63	2.591	0	0	0	0	9	472
Set.6	3.710	1.034	475	983	1.840	287	1.049	0	1.115	0	0	0	0	7	26
Set.7	3.733	477	136	1.895	4.377	245	1.624	0	1.681	0	0	0	4	39	70
Set.8	329	141	93	416	1.151	183	972	0	211	0	0	6	4	14	83
Set.9	0	2	0	6	0	54	15	0	54	0	0	29	31	92	73
Out.1	0	0	1.762	35	0	3.979	42	678	493	0	0	0	0	28	66
Out.2	0	0	7.206	73	12	17.322	282	187	1.439	0	0	0	0	32	386
Out.3	13	2	4.186	365	97	1.862	113	24	925	0	0	0	0	2	16
Out.4	7	12	3.076	872	0	1.308	225	19	677	0	3	0	0	8	14
Out.5	54	23	3.965	555	1.166	2.831	212	16	1.199	0	2	2	0	5	16
Out.6	18	18	910	49	182	1.705	36	24	485	0	0	0	0	30	24
Out.7	18	6	666	561	616	3.039	92	92	296	0	55	475	358	111	55
Out.8	29	10	977	242	1.267	2.577	111	44	764	0	77	377	256	251	44
Out.9	5	0	0	0	65	10	45	0	5	0	25	751	731	129	234
Nov.1	0	0	6.713	285	0	474	48	468	896	0	0	0	0	51	696
Nov.2	0	0	819	91	0	810	101	557	1.492	0	0	0	0	32	632
Nov.3	0	0	758	67	11	525	160	239	377	0	0	0	0	4	523
Nov.4	0	0	1.433	362	121	1.049	437	104	277	0	2	2	0	2	282
Nov.5	5	0	1.130	542	270	677	190	5	622	0	0	0	1	4	45
Nov.6	0	0	55	821	440	107	531	0	394	0	3	0	79	205	5
Nov.7	0	0	1	0	0	2	0	1	3	0	8	4	98	82	4
Nov.8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	11	20	61	59	1
Nov.9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	11	4	43	13	7

Apêndice 4 – Abundância das espécies e grupos zooplanctônicos dominantes (Ind.m⁻³) ao longo dos meses nas estações de amostragem. Continuação...

	<i>Acartia liljeborgi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>P. Parvus</i>	<i>P. Crassirostris</i>	<i>Bestiolina sp</i>	<i>Temora turbinata</i>	<i>Oithona hebes</i>	<i>C. speciosus</i>	<i>Euterpina acutifrons</i>	<i>N. conifer</i>	<i>T. crassus</i>	<i>Moina micrura</i>	<i>S. vetalus</i>	Caridae	Pteropoda
Dez.1	0	0	305	6	11	83	40	1461	140	0	0	0	0	40	128
Dez.2	0	0	399	4	14	18	32	1637	103	0	0	0	0	44	127
Dez.3	0	0	483	252	504	39	138	0	177	0	0	0	0	21	91
Dez.4	8	0	297	41	2.280	188	485	332	616	0	0	0	0	20	102
Dez.5	166	15	1.866	155	8.536	678	2.114	188	3.173	0	4	4	4	98	211
Dez.6	31	0	3.952	7.008	15.436	1.436	4.006	749	2.007	0	0	0	8	170	39
Dez.7	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7	1	19	291	2
Dez.8	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	4	2	10	37	6
Dez.9	0	0	0	0	10	0	0	0	2	0	7	5	22	7	1
Jan.1	0	0	3.278	75	0	357	3.131	53	0	0	0	0	0	36	270
Jan.2	2	0	2.252	649	19	333	2.674	44	10	0	0	73	21	35	54
Jan.3	0	0	2.117	296	66	574	1.757	40	4	0	0	42	2	31	11
Jan.4	11	2	2.691	403	115	477	1.140	52	85	0	2	46	0	13	26
Jan.5	12	0	995	188	285	156	560	15	77	0	22	183	31	4	3
Jan.6	1	0	39	0	7	20	6	0	7	0	207	2.242	78	86	0
Jan.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	229	3.226	76	49	0
Jan.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	152	1.708	35	45	0
Jan.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	171	1.527	67	81	0
Fev.1	0	0	1.839	0	5	234	98	118	0	0	0	0	0	224	204
Fev.2	3	0	5.132	114	224	1.267	442	494	6	0	0	0	0	107	948
Fev.3	0	0	3.352	241	324	1.012	294	372	96	0	0	0	0	88	1.735
Fev.4	4	0	3.097	284	793	1.278	581	222	194	0	0	0	0	43	301
Fev.5	5	5	3.225	1.346	1.720	2.949	399	51	415	0	0	5	0	20	133
Fev.6	0	0	251	24	170	510	5	0	90	114	93	77	1	276	0
Fev.7	0	0	0	0	0	13	0	1	6	229	151	161	0	247	4
Fev.8	0	0	0	0	0	31	0	7	10	114	89	156	0	102	0
Fev.9	0	0	0	2	0	13	0	0	0	44	108	152	8	297	13

Apêndice 4 – Abundância das espécies e grupos zooplanctônicos dominantes (Ind.m⁻³) ao longo dos meses nas estações de amostragem. Continuação...

	<i>Acartia lilljeborgi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>P. Parvus</i>	<i>P. crassirostris</i>	<i>Bestiolina sp</i>	<i>Temora turbinata</i>	<i>Oithona hebes</i>	<i>C. Speciosus</i>	<i>Euterpina acutifrons</i>	<i>N. conifer</i>	<i>T. crassus</i>	<i>Moina micrura</i>	<i>S. vetulus</i>	Caridae	Pteropoda
Mar.1	0	0	976	75	0	149	158	160	0	0	0	0	0	2	240
Mar.2	0	0	1.868	54	7	107	332	327	27	0	0	0	0	12	576
Mar.3	0	0	1.827	265	0	280	232	136	48	0	0	0	0	0	401
Mar.4	5	0	3.034	264	30	543	447	127	61	0	0	0	0	5	401
Mar.5	0	0	5.378	3.100	1.489	453	527	0	521	0	0	0	0	0	1.152
Mar.6	3	0	19	80	229	8	174	0	47	1	19	24	26	38	76
Mar.7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	21	401	134	165	1
Mar.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	207	70	62	0
Mar.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	122	37	76	0
Abr.1	40	0	1.066	70	20	2.470	129	149	110	0	0	0	0	40	149
Abr.2	24	0	2.277	85	49	4.298	195	438	110	0	0	0	0	37	97
Abr.3	100	0	4.226	154	190	4.851	362	661	290	0	0	0	0	0	253
Abr.4	252	74	5.675	105	1.608	1.576	263	1.251	494	0	0	0	0	21	0
Abr.5	4.146	19.721	2.599	182	8.822	74	4.138	91	869	0	0	0	0	8	273
Abr.6	7.213	8.272	2.208	40	2.832	166	9.135	57	372	0	0	0	0	17	137
Abr.7	142	608	0	176	439	14	3.758	14	27	0	0	27	0	54	3.461
Abr.8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	9	37	1	40	24
Abr.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	9	34	3	25	1
Mai.1	23	0	2.438	896	91	297	55	1.721	434	0	0	0	0	10	46
Mai.2	44	4	6.423	1.909	163	756	52	1.527	537	0	0	0	0	20	52
Mai.3	10	0	4.558	702	147	1.045	98	628	167	0	0	0	0	15	34
Mai.4	7	7	4.107	689	46	899	151	249	164	0	0	0	0	7	72
Mai.5	15	83	4.022	822	569	929	764	204	316	0	0	0	0	5	34
Mai.6	154	236	1.888	780	1.006	400	3.079	92	472	0	0	0	0	31	51
Mai.7	8	250	66	103	843	26	660	2	17	1	1	20	4	5	89
Mai.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	70	72	6	25	15
Mai.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	25	65	6	17	0

Apêndice 4 – Abundância das espécies e grupos zooplanctônicos dominantes (Ind.m⁻³) ao longo dos meses nas estações de amostragem. Continuação...

	<i>Acartia liljeborgi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>P. Parvus</i>	<i>P. crassirostris</i>	<i>Bestiolina</i> sp	<i>Temora turbinata</i>	<i>Oithona hebes</i>	<i>C. speciosus</i>	<i>Euterpina acutifrons</i>	<i>N. conifer</i>	<i>T. crassus</i>	<i>Moina micrura</i>	<i>S. vetalus</i>	Caridae	Pteropoda
Jun.1	52	29	1.349	49	75	1.573	331	824	354	0	0	0	0	6	13
Jun.2	375	94	2.948	214	0	3.036	630	1.608	503	0	0	0	0	13	34
Jun.3	333	83	5.223	266	2.079	4.840	1.414	1.647	549	0	0	0	0	0	150
Jun.4	189	160	4.700	473	720	3.587	2.125	1.106	902	0	0	0	0	0	87
Jun.5	2.964	1.268	3.225	1.193	3.281	7.345	5.555	130	2.498	0	0	0	0	130	3.579
Jun.6	381	1.832	1.151	41	2.010	4.386	20.104	0	640	0	0	0	0	0	365
Jun.7	1.460	14.124	533	375	8.482	4.932	25.821	0	256	0	0	0	0	0	2.407
Jun.8	1	4	0	0	23	14	94	1	2	9	4	17	7	23	9
Jun.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	8	0	6	45	1
Jul.1	17	0	4.602	76	152	3.663	922	431	1.252	0	0	0	0	8	25
Jul.2	36	0	10.293	410	277	2.603	1.169	747	1.495	0	0	0	0	12	96
Jul.3	35	9	2.126	310	655	2.976	1.585	1.523	1.249	0	0	0	0	9	452
Jul.4	263	121	803	692	4.744	611	505	803	925	0	0	0	0	5	182
Jul.5	115	23	903	646	2.650	1.096	458	105	1.793	0	0	0	0	18	142
Jul.6	1.700	2.069	53	158	13.878	1.450	2.135	26	2.267	0	0	0	0	40	198
Jul.7	7	305	35	156	7.949	177	907	21	163	7	0	7	0	14	163
Jul.8	2	0	19	15	16	10	9	1	10	6	22	7	0	49	4
Jul.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	32	9	0	64	4
Ago.1	75	30	3.753	2.089	970	1.657	410	246	134	0	0	0	0	30	45
Ago.2	261	58	11.675	3.255	550	2.797	874	411	232	0	0	0	0	23	46
Ago.3	582	96	5.760	2.470	275	2.765	1.709	102	256	0	0	0	0	19	45
Ago.4	169	123	6.042	775	1.428	1.558	875	169	154	0	8	0	0	8	54
Ago.5	541	676	5.626	433	4.057	703	7.385	27	352	0	0	0	0	0	54
Ago.6	1.021	1.021	5.413	938	4.131	285	10.007	12	202	0	0	0	0	0	12
Ago.7	755	886	6.657	1.229	4.089	876	9.305	20	272	0	0	0	10	0	10
Ago.8	3.082	1.975	8.559	1.287	16.400	748	31.782	30	658	0	0	0	0	0	120
Ago.9	132	385	337	72	1.451	3	6.055	0	3	12	0	30	0	69	33