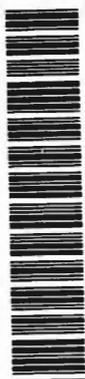


**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL (VERTICAL E HORIZONTAL) DO  
MACROZOOBENTOS NA REGIÃO ESTUARINA  
DE CANANÉIA (SP) E SUA RELAÇÃO COM ALGUMAS  
VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS.**

**ADRIANA JORCIN**

**Orientador: Prof. Dr. José Galízia Tundisi**

**DEDALUS - Acervo - EESC**



**31100017730**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.



São Carlos  
1997

Class.	TQ.SR. - 609C
Cut.	1825
Tombo	T0039198

31100017730

st 0943072

J82d Jorcin, Adriana

Distribuição espacial (vertical e horizontal) do macrozoobentos na região estuarina de Cananéia (SP), e sua relação com algumas variáveis físico-químicas.

Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1997

Orientador: Prof. Dr. José Galizia Tundisi

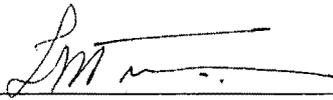
1. Macrozoobentos. 2. Distribuição Vertical  
3. Estuários. I. Título

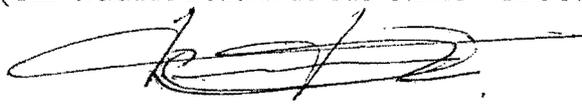
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

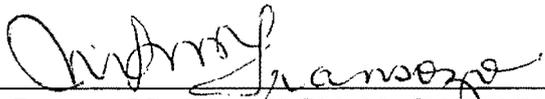
Candidata: Licenciada **ADRIANA TERESITA JORCIN DELGADO** ✓

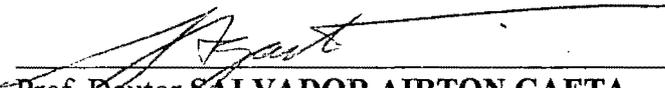
Tese defendida e aprovada em 23-12-1997  
pela Comissão Julgadora:

  
Prof. Titular **JOSE GALIZIA TUNDISI (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

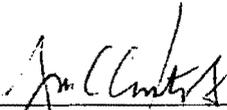
  
Profª. Titular **TOCAYA MATSUMURA TUNDISI**  
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)

  
Prof. Titular **RAOUL HENRY**  
(Universidade Estadual Paulista - Campus de Botucatu)

  
Profª. Doutora **MARIA LUCIA NEGREIROS FRANSOZO**  
(Universidade Estadual Paulista - Campus de Botucatu)

  
Prof. Doutor **SALVADOR AIRTON GAETA**  
(Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo)

  
Profª. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
Coordenadora da Área de Ciências da Engenharia Ambiental

  
**JOSE CARLOS A. CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. José Galizia Tundisi pelo seu apoio e amizade.

Ao Diretor do Instituto Oceanográfico-USP Prof. Dr. Alfredo Martins Paiva Filho pelas facilidades oferecidas quanto ao uso da Base Oceanográfica de Cananéia, assim como a todo o pessoal da Base pela colaboração na obtenção das amostras e apoio constante nos trabalhos de campo.

Aos Prof. Drs. Raoul Henry e Marcos Gomes Nogueira pela facilidades oferecidas quanto ao uso do laboratório de Limnologia da UNESP de Botucatu.

Aos técnicos do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA-EESC-USP) pela colaboração nos trabalhos de campo.

Aos Professores Doutores Cecília Amaral, Norma Würdig, Osmar Domaneschi, Maria Lucia Negreiros Fransozo, Marcelo Guimaraes Simões e Alaide Fonseca Gessner pela colaboração na identificação das diferentes espécies de invertebrados bentônicos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos (processo:141579/94-3).

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira pela revisão e críticas a este trabalho.

A todos os que colaboraram de uma ou outra maneira nas diferentes etapas deste trabalho.

A meus pais, que sempre me apoiaram e incentivaram.

A Marcos e Anaís pela paciência e carinho.

*Para Marcos y Anais, mis dos grandes amores*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	v
RESUMO .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
1- INTRODUÇÃO .....	1
2- OBJETIVO .....	8
3- ÁREA DE ESTUDO .....	9
4- MATERIAL E MÉTODOS	
4.1- Coleta piloto .....	17
4.2- Coletas definitivas .....	17
4.2.1- Análises físico-químicas .....	18
4.2.2- Análise do sedimento .....	18
4.2.3- Amostras biológicas .....	19
4.2.4- Análise numérica .....	20
5- RESULTADOS	
5.1 Características ambientais .....	21
5.1.1- Análises físicas e químicas da água .....	21
Temperatura	
pH	
Oxigênio Dissolvido	
Condutividade	
Salinidade	
5.1.2- Temperatura do ar e precipitação média mensal .....	23
5.1.3- Variação do nível de maré .....	25
5.1.4- Análises físicas e químicas do sedimento .....	27
Características granulométricas e classificação textural	

Concentração de matéria orgânica e conteúdo de água	
Relação água-matéria orgânica	
Nitrogênio Total	
Fósforo Total	
Relação Nitrogênio-Fósforo	
Potencial de Óxido-redução	
5.2- Características biológicas .....	43
5.2.1- Aspectos qualitativos da fauna bentônica .....	43
Distribuição vertical das espécies na coluna do sedimento	
5.2.2- Aspectos quantitativos .....	50
Densidade de organismos na coluna de sedimento	
Densidade de organismos por espécies nas estações de amostragem	
Densidade total de táxons na coluna vertical do sedimento	
5.2.3- Relação entre a densidade de indivíduos e o potencial de óxido redução .....	69
5.2.4- Diversidade de táxons .....	70
5.2.5- Variação da abundância e diversidade dos grupos taxonômicos com o gradiente de salinidade.....	70
5.3- Tratamento estatístico dos dados .....	73
5.3.1- Análise de correlação entre as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento .....	73
5.3.2- Análise de similaridade entre as estações de amostragem.....	78
5.3.3- Análise de similaridade entre os táxons da fauna bentônica e as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento .....	79
5.3.4- Análise de correlação entre as variáveis físicas e químicas medidas no sedimento .....	81
5.3.5- Análise de componentes principais .....	83
6- DISCUSSÃO	
6.1- Características ambientais .....	95
6.1.1- Características físicas e químicas da água .....	95
6.1.2- Características físicas e químicas do sedimento .....	98
Porcentagem de matéria orgânica (MO), água (H <sub>2</sub> O) e textura dos sedimentos	
Nutrientes nos sedimentos (Nitrogênio total, NT e Fósforo total , PT)	
Potencial de óxido-redução e sua relação com as variáveis medidas nos sedimentos	

6.2- Características biológicas .....	114
6.2.1- Distribuição espacial da fauna macrobentônica.....	114
6.2.2- Distribuição temporal da fauna macrobentônica .....	119
6.2.3- Distribuição vertical das espécies e sua relação com as características físicas e químicas so sedimento .....	123
 7- SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES .....	 131
 8- BIBLIOGRAFIA .....	 137

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01- Região estuarino-lagunar de Cananéia, SP. Localização das estações de amostragem (Modificado de TOMMASI, 1970)..... 12
- Figura 02- Vistas parciais do Rio Nóbrega (a) e da desembocadura do mesmo no Mar de Cananéia (b) ..... 13
- Figura 03- Características do sedimento durante a maré baixa na desembocadura do Rio Nóbrega (a) e vista parcial nas proximidades da Base Oceanográfica de Cananéia-Instituto Oceanográfico de São Paulo, USP. .... 14
- Figura 04- Vista parcial da região da Baía de Trapandé povoada por *Spartina* (a) e da Baía de Trapandé (b) com a formação dos baixios. .... 15
- Figura 05- Desembocadura do Rio Perequê na Baía de Trapandé (a) e características da vegetação do Rio Perequê adentro (b). .... 16
- Figura 06- Variação do nível da maré (m) registrada nos dias de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP). As setas e os números representam a altura de maré e o número de estação de amostragem, respectivamente. .... 25
- Figura 07- Variação da concentração de água e matéria orgânica (%) no perfil vertical dos sedimentos, e valores de regressão (r) obtidos entre as duas variáveis, nas diferentes estações e épocas de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP). \* valores significativos ( $p < 0.05$ ). .... 32
- Figura 08- Variação da concentração de nitrogênio total e fósforo total (mg/g) no perfil vertical dos sedimentos, e valores de regressão (r), obtidos entre as duas variáveis nas estações de amostragem na região estuarina de Cananéia (SP). \*: valores significativos ( $p < 0.05$ ). 36

- Figura 09- Variação do potencial de óxido-redução (Eh) na coluna vertical dos sedimentos, nas estações e épocas de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP). ..... 41
- Figura 10- Distribuição vertical na coluna de sedimento dos táxons de macrobêntos encontrados nas estações e meses de amostragem na região estuarina de Cananéia (SP), agrupados segundo os seguintes grandes grupos: Cr.: Crustacea; Mo.: Mollusca; Po.: Polychaeta; Ol.: Oligochaeta; In.: Insecta; Ou.: Outros: Echinodermata, Sipunculida, Nematoda, Nemertinea, Acari. .... 48
- Figura 11- Valores percentuais agrupados em grandes grupos, dos táxons encontrados nas estações de amostragem nos diferentes meses de coleta, na região estuarina de Cananéia (SP). ..... 53
- Figura 12- Distribuição vertical da densidade (ind./100 cm<sup>3</sup>) de organismos macrobentônicos, encontrados na coluna de sedimento, nas estações e meses de amostragem na região estuarina de Cananéia (SP). ..... 67
- Figura 13- Variação da abundância relativa dos grupos taxonômicos em relação ao gradiente de salinidade na região estuarina de Cananéia (SP). (OUTR: Outros; INS: Insecta; OLIG: Oligochaeta; MOL: Mollusca; CRUS: Crustacea; POL: Polychaeta). ..... 71
- Figura 14- Variação da diversidade, abundância (ind./2000 cm<sup>3</sup>) e número de espécies em relação ao gradiente de salinidade para a região estuarina de Cananéia (SP). (NESP: Número de espécies; ABUN: Abundância; DIV: Diversidade). ..... 72
- Figura 15- Dendrograma de similaridade obtido entre os valores médios dos 4 meses de amostragem das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento na região estuarina de Cananéia (SP). ..... 78
- Figura 16- Dendrograma de similaridade obtido em base a análise de correlação, entre as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento, e a densidade de táxons, considerando as 8 estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). ..... 80
- Figura 17a- Distribuição das estações de amostragem de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas medidas no sedimento, e as respectivas densidades dos táxons, sobre os eixos 1 e 2 (34,0% e 20,4% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 90

- Figura 17b- Distribuição das estações de amostragem de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas medidas no sedimento, e as respectivas densidades dos taxons, sobre os eixos 1 e 2 (34,0% e 12,0% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 90
- Figura 18a- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 1, sobre os eixos 1 e 2 (36,6% e 19,7% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 91
- Figura 18b- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 2, sobre os eixos 1 e 2 (29,9% e 24,0% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 91
- Figura 18c- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 3, sobre os eixos 1 e 2 (34,7% e 17,9% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 92
- Figura 18d- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 4, sobre os eixos 1 e 2 (37,4% e 14,4% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 92
- Figura 19a- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 5, sobre os eixos 1 e 2 (44,3% e 19,7% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 93
- Figura 19b- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as

- variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 6, sobre os eixos 1 e 2 (45,6% e 21,6% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 93
- Figura 19c- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 7, sobre os eixos 1 e 2 (33,3% e 18,9% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 94
- Figura 19d- Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimentos, para a estação 8, sobre os eixos 1 e 2 (30,4% e 16,8% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP). ..... 94
- Figura 20-Esquema representativo do efeito da temperatura no ciclo de nutrientes. Modificado de FORSBERG (1989). ..... 109

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 01- Valores das variáveis físico-químicas obtidos nos locais de coleta e valores médios entre os meses de amostragem, da região estuarina de Cananéia (SP) (T: temperatura; O.D.: oxigênio dissolvido; K: condutividade; S: salinidade). ..... 22
- Tabela 02- Valores de precipitação (valores diários e valor acumulado mensal) e temperatura do ar (valores médios diários e mensal) para a região de Cananéia (SP) (Valores obtidos junto ao Departamento de Oceanografia Física do IOUSP). ..... 24
- Tabela 03a- Resultados da análise granulométrica: classificação textural (Ct) e diâmetro médio das partículas de sedimento (Md, mm), no seccionamento vertical do sedimento, nas estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). (a.f.: areia fina; a.g.: areia grossa; a.m.g.: areia muito grossa). ..... 28
- Tabela 03b- Porcentagem de areia e silte em cada estrato de amostragem na coluna vertical do sedimento, nas estações de coleta da região estuarina de Cananéia (SP). ..... 28
- Tabela 04- Valores médios da concentração de matéria orgânica (%) na coluna de sedimento, e valores médios obtidos entre os meses de amostragem, nas estações de coleta da região estuarina de Cananéia (SP). ..... 30
- Tabela 05- Táxons encontrados nas estações de amostragem durante o período em estudo, na região estuarina de Cananéia (SP). \*: indica presença; -: indica ausência. .... 44
- Tabela 06- Densidade de indivíduos e número de táxons encontrados na coluna vertical do sedimento durante as estações e meses de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP). Dens.: densidade (ind./2000 cm<sup>3</sup>); N.t.: número de táxons. .... 50

Tabela 07- Número de indivíduos por espécie, encontrados nos estratos de amostragem na coluna vertical de sedimento nos diferentes meses de coleta para a região estuarina de Cananéia (SP). Entre parênteses apresenta-se o volume correspondente a cada estrato amostrado. ....	55
Tabela 08- Valores de regressão obtidos entre a densidade de espécies na coluna vertical dos sedimentos, e os valores de óxido-redução, da região estuarina de Cananéia (SP) (n=6, ** p<0.05; * p<0.5. ....	69
Tabela 09- Valores de índice de diversidade (Shannon-Wiener), calculados para as estações de amostragem e os meses de coleta, na região estuarina de Cananéia (SP). ....	70
Tabela 10a- Matriz de correlação obtida entre as variáveis físicas e químicas da água e os valores médios das variáveis físicas e químicas do sedimento para as estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). ** p<0.1, * p<0.5 (n=4). ....	74
Tabela 10b- Matriz de correlação obtida entre as variáveis físicas e químicas da água e as variáveis físicas e químicas do sedimento, para o sistema estuarino de Cananéia (SP), considerando os 4 meses de amostragem. *p<0.01 (n=32). ....	76
Tabela 11- Valores de correlação obtidos entre as variáveis físicas e químicas medidas na água e no sedimento e a densidade de espécies agrupadas por principais táxons da região estuarina de Cananéia (SP). *p<0.5; ** p<0.05. ....	80
Tabela 12- Matriz de correlação obtida entre os valores das variáveis físicas e químicas medidas na coluna vertical do sedimento. (%H <sub>2</sub> O; %MO; NT; PT; Eh) da região estuarina de Cananéia (SP). * p<0.05, (n=24). ....	82
Tabela 13a- Valores de correlação obtidos entre as variáveis físicas, químicas e biológicas para o total das estações amostradas na região estuarina de Cananéia (SP). p<0.05 (n=36). ....	83
Tabela 13b- Valores de correlação obtidos entre as variáveis físicas, químicas e biológicas para cada uma das estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). Apresentam-se somente os valores significativos para p<0.05 (n=24). ....	84

## RESUMO

Neste trabalho estudou-se a composição e abundância da fauna macrobentônica da região estuarina de Cananéia (SP), a nível espacial (vertical e horizontal), e temporal (fevereiro, maio, agosto, e novembro, 1995). As amostras foram coletadas na coluna vertical de sedimento até a profundidade de 20 cm, em 8 pontos de amostragem, distribuídos entre o Rio Nóbrega, Rio Perequê e Baía de Trapandé. A distribuição e a abundância da fauna foram correlacionadas com alguns parâmetros físicos e químicos medidos na coluna d'água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, condutividade e nível de maré) e na coluna vertical dos sedimentos (porcentagem de água e matéria orgânica, nitrogênio e fósforo total, tamanho de grão do sedimento, porcentagem de areia e silte, e potencial de óxido-redução). A nível vertical, na coluna de sedimentos, observou-se em geral, que a concentração de nutrientes, porcentagem de matéria orgânica e de água decresciam com o aumento da profundidade, detectando-se a maior variação no primeiro cm de amostragem. Um total de 73 táxons foram encontrados, pertencentes principalmente aos grupos: Annelida, Crustacea e Mollusca. Annelida foi o grupo melhor representado, encontrando-se espécies das classes Polychaeta e Oligochaeta. Observaram-se diferenças na composição e abundância dos táxons a nível espacial e sazonal, verificando-se a maior densidade, riqueza e diversidade, na Baía de Trapandé. A nível vertical, na coluna de sedimento, a riqueza de táxons e densidade de organismos decresce com o aumento da profundidade, encontrando-se os máximos valores destas variáveis nos 5

primeiros cm de profundidade. A profundidade de penetração das espécies aumentou nas áreas de maior salinidade. A distribuição e abundância da fauna estiveram correlacionadas com as variáveis físicas e químicas medidas na água e no sedimento, observando-se variação temporal e espacial no grau de correlação. Detectou-se na maioria das estações e épocas de amostragem uma correlação significativa entre a densidade de organismos e o potencial de óxido-redução.

Palavras-Chave: estuário, macrozoobêntos, distribuição vertical, distribuição horizontal, nutrientes, Eh.

## ABSTRACT

In this study the composition, abundance and the spatial (horizontal/vertical) and temporal (February, May, August and November of 1995) distribution of the macrobenthic fauna were investigated in the estuarine region of Cananéia (SP). The samples were obtained from the vertical column of the sediment from 0 to 20 cm, and in 8 different sampling stations distributed in the Nóbrega and Perequê Rivers and in the Bay of Trapandé. The analysis of the populations distribution and abundance were correlated to some physical and chemical parameters measured in the water column (temperature, pH, dissolved oxygen, salinity and tidal level) and in the vertical column of sediment (percentage of water and organic matter, total nitrogen and phosphorus, sediment grain size, percentage of sand and silt, and redox potential). At the vertical level of sediment column it was generally observed that the nutrients concentration, percentage of organic matter and water, decreased with the depth, and the highest variability was observed in the first centimeter of sampling. A total of 73 taxa were identified. They were mainly distributed in the following groups: Annelida, Crustacea and Mollusca. The Annelida were the most representative Phylum, specially the Classes Polychaeta and Oligochaeta. It was observed a significative spatial and temporal difference in both, composition and abundance of the organisms. The highest density, richness and diversity were verified in the Bay of Trapandé. Concerning to the vertical distribution, the maximum values of richness and density of organisms were found at the first five centimeters of depth, and a

decline of these variables occurred towards to the the lower strata. The penetration of the species was deeper in the more saline areas. The fauna distribution and abundance were correlated to the water and sediment physical and chemical variables, but the degree of correlation changed, temporal and spatially. A significant correlation between density of organisms and redox potential was verified, in most of the sampling stations and periods of the year.

Key words: estuarine, macrozoobenthos, vertical distribution, horizontal distribution, nutrients, Eh.

## 1- INTRODUÇÃO

Um estuário pode ser definido segundo PRITCHARD (1967), como um corpo de água costeiro semifechado, que tem uma livre conexão com o oceano aberto, e dentro do qual a água do mar é diluída com água doce proveniente da drenagem das terras adjacentes. Os estuários têm sido definidos principalmente por geólogos e oceanógrafos físicos, devido ao fato de que são as características abióticas as que mais sobressaem nestes ecossistemas. Estas características incluem o regime de maré, os movimentos complexos da água, os altos níveis de turbidez e as diferentes concentrações de sais (DAY *et al.*, 1989).

A alta produtividade dos estuários e sistemas costeiros se baseia sobretudo na disponibilidade, retenção e aproveitamento dos detritos, derivados do mar, rios e áreas de inundação. Diferentes processos (correntes, variações na salinidade, difusão, etc.) fazem com que a energia contida nestes detritos se incorpore tanto na coluna d'água, como nos sedimentos. A fauna dos estuários aproveita-se do resultado destes processos e caracteriza-se, em geral, por possuir relativamente pouca quantidade de espécies com um grande número de indivíduos. Os organismos devem desenvolver alternativas de sobrevivência para manter sua população nestas áreas, fazendo com que a natureza dos estuários os leve a possuir uma seleção de tipo  $r$  (JONES & WOLFF, 1981) (baixa diversidade de espécies, corpo de pequeno tamanho, ciclo de vida curto, fácil reprodução, densidade independente da mortalidade e alta produção).

Nos sistemas lagunares costeiros e estuarinos, o principal elemento que estabelece uma zonação é o gradiente de salinidade. O mesmo determina que no sistema se encontrem espécies de água doce, de água salobra, marinhas e holoeurihalinas. A variabilidade física dos sistemas estuarinos tem sido considerada uma forma de “stress”, à qual os organismos, tanto vegetais como animais, devem se adaptar. Em geral, a riqueza específica é baixa, mas pode ocorrer uma alta densidade por espécies, devido, possivelmente, a baixa competição interespecífica e à abundância de alimento (BOADEN & SEED, 1985). Os mesmos autores destacam que entre os componentes da biota estuarina, o componente marinho é o maior, e inclui espécies estenohalinas e eurihalinas. As espécies estenohalinas podem tolerar uma pequena faixa de variação da salinidade, o que faz com que apresentem uma distribuição restrita ao estuário inferior, enquanto que as eurihalinas toleram uma ampla flutuação deste parâmetro, podendo conseqüentemente penetrar mais no estuário. As espécies de água doce, geralmente não toleram mais que 5‰ de salinidade. Um pequeno grupo de espécies de água salobra (por exemplo os Mollusca *Hydrobia*, *Macoma* e o poliqueto *Nereis*), também pode alcançar a parte média do estuário, quando as flutuações de salinidade são especialmente pronunciadas.

Segundo Mc. LUSKY (1989), as espécies encontradas nos estuários podem ser classificadas em várias categorias, conforme descrito a seguir:

1- organismos oligohalinos; são organismos que vivem nos rios e outras regiões de água doce e, em geral, não toleram mais que 0.5 ‰ de salinidade; algumas espécies contudo podem suportar até 5‰;

2- organismos estuarinos verdadeiros; são a maioria dos organismos estuarinos, com afinidade marinha e vivem na parte central do estuário; muitos podem viver no mar, mas, normalmente, isto não ocorre devido à competição

com espécies marinhas verdadeiras. A faixa de salinidade para estes varia de 5 a 18 ‰;

3- organismos marinhos eurihalinos; correspondem à maioria dos organismos que vivem nos estuários, com uma faixa de distribuição do mar até a parte central do sistema. Cada espécie possui um limite próprio de salinidade que pode suportar. A maior parte das espécies desaparece a salinidades menores de 18 ‰, mas algumas podem suportar até 5‰;

4- espécies estenohalinas; são organismos marinhos que vivem nas bocas dos estuários, com salinidade de até 25 ‰;

5- espécies migradoras; estes organismos, especialmente peixes e crustáceos, passam somente uma parte de seus ciclos de vida nos estuários. Eles utilizam o sistema para se reproduzir ou alimentar.

Muitas etapas reprodutivas de peixes e crustáceos, de interesse econômico, são cumpridas nos estuários, como também a dispersão de ovos, larvas, alevinos, e migrações para alimentação e reprodução. Estes sistemas, segundo RANWELL (1979), suportam grande atividade pesqueira e são também áreas de recreação, atividades industriais e, muitas vezes, zonas fortemente poluídas, o que torna necessária uma boa compreensão e o estudo detalhado do mesmo. MARSHALL (1994) destaca a importância dos manguezais no ambiente costeiro como área de berçário e alimentação de peixes e crustáceos, bem como importantes contribuintes para o aumento da produtividade em zonas costeiras.

O ambiente estuarino encontra-se dominado por sedimentos de granulometria fina, introduzidos no estuário pelo mar e pelos rios. Estes

sedimentos são ricos em partículas alimentares, porém são pobres em oxigênio e com frequência anóxicos.

É sabido que a comunidade macrobentônica pode atuar diretamente nos processos biogeoquímicos, tanto dentro do sedimento, quanto na interface água-sedimento, como também na estabilidade física dos mesmos (ALLER & YINGST, 1985; ALLER *et al.*, 1983; KRISTENSEN *et al.*, 1985; GASTON *et al.*, 1988) e na sua textura (MEYER-REIL *et al.*, 1987). A atividade dos organismos favorece a penetração vertical do oxigênio e também a taxa de transferência de partículas orgânicas (GASTON *et al.*, 1988). Desta forma, a maioria dos sedimentos superficiais, tanto marinhos como estuarinos, podem ser vistos como mosaicos, contendo microambientes físicos e químicos, criados pelos próprios organismos que ali habitam.

Estudos sobre a distribuição do zoobentos, dentro do sedimento, permitem uma melhor compreensão da estrutura e do funcionamento da comunidade. A posição vertical, ocupada pelos organismos no sedimento, pode proporcionar informações sobre os regimes alimentares dos mesmos e das interações com as outras espécies (DAUER *et al.*, 1987). NALEPA & ROBERTSON (1981), num estudo desenvolvido no Lago Michigan (EUA), concluíram que os fatores mais importantes que regulavam a distribuição vertical do zoobentos de água doce eram a disponibilidade de alimento e a penetração do oxigênio, podendo ocorrer migração vertical da infauna, sazonalmente, dependendo do acúmulo de detritos no sedimento superficial.

A forma de alimentação de cada espécie estabelece que as mesmas se distribuam sob substratos variados. Assim, por exemplo, dos organismos coletores espera-se que se distribuam sob sedimentos de grãos finos, com alto conteúdo de matéria orgânica. Por outro lado, animais que se alimentam de material em suspensão (filtradores), devem ser menos influenciados pelo tipo de substrato e mais afetados pela quantidade e qualidade de material alimentar suspenso na coluna d'água (RHOADS & YOUNG, 1970). GASTON (1987)

estudou as diferentes modalidades alimentares de poliquetos do Atlântico médio (Baía de Delawere, USA) e descobriu que estas estavam correlacionadas com as características texturais e concentração de carbono orgânico dos sedimentos, demonstrando que existe uma alta correlação entre estas variáveis e a modalidade alimentar.

Processos de bioturbação provocam modificações texturais e químicas no sedimento. Os movimentos laterais e verticais dos organismos no sedimento ocasionam a mistura e o transporte de partículas, como também da água intersticial e de gases dissolvidos (RHOADS, 1974). Devido à correnteza induzida pelo processo alimentar, os invertebrados bentônicos podem oxidar o sedimento no entorno de suas galerias, possivelmente devido ao incremento do teor de oxigênio.

O processo de bioturbação é afetado pelo conteúdo de oxigênio, temperatura, densidade e compactação do sedimento (FORSBERG, 1989), como também pelo tamanho do animal, atividade metabólica e profundidade de enterramento. MATISOFF *et al.* (1985) observaram que a infauna que se alimenta de materiais depositados na superfície do sedimento, e a infauna que se alimenta de materiais em suspensão, intervêm no processo de bioturbação somente nos primeiros 1-3 cm de profundidade. Por outro lado, a infauna que constrói galerias e tubos no sedimento pode alterar significativamente as condições de óxido-redução a profundidades de até 20 cm. Estes autores fazem menção aos oligoquetos tubificídeos, os quais, nas águas doces, são importantes agentes de bioturbação.

YAMADA & KAYAMA (1987), estudando três baías da região sudeste do Japão, observaram que a liberação do fosfato pelo processo de bioturbação, é particularmente importante nos ambientes estuarinos e costeiros, onde a regeneração de nutrientes nos sedimentos pode suprir uma quantidade significativa de elementos requeridos na produção primária. Também o incremento de  $\text{NH}_4^+$  na água intersticial e na coluna d'água, é resultado da

excreção de amônia por parte da macrofauna, com a colaboração de processos físicos como: ventos, correntes, etc. (REGNAULT *et al.*, 1988).

A ocorrência ou não de uma determinada espécie, nas regiões costeiras, vai depender principalmente de parâmetros como salinidade, temperatura da água, regimes de correnteza (DAUER *et al.*, 1987), como também da concentração de oxigênio dissolvido, pH e do estado de óxido-redução (Eh) nos sedimentos. A respeito deste último parâmetro, foi observado por FLINT & KALKE (1986), que a profundidade de enterramento das espécies bentônicas poderia atingir até uns 20 cm, quando aumentava a profundidade da camada de descontinuidade do potencial redox (limite de profundidade dos sedimentos oxigenados). Os picos de densidade de cada taxon ocorriam a profundidades específicas na coluna dos sedimentos, e estas observações foram diretamente correlacionadas por estes autores com as mudanças do Eh.

Segundo DAUER *et al.* (1987), a profundidade de penetração do macrozoobentos, num gradiente salino, desde as regiões de água doce até regiões polihalinas, tende a aumentar. Por sua vez, RHOADS (1974) determina que nas regiões sublitorais, a profundidade de enterramento dos organismos ocorre até os 10 primeiros centímetros, e que são os invertebrados bentônicos os que mais contribuem com a estabilidade e o transporte do sedimento nestas regiões. O mesmo autor conclui que algumas espécies de holoturideos, poliquetos e crustáceos, ingerem partículas anóxicas de sedimentos e as transferem até a interface água-sedimento, onde se oxidam. Desta maneira, novas fontes de alimento são expostas para serem aproveitadas por outros organismos.

Um dos principais papéis funcionais da comunidade bentônica nos ecossistemas é o de receber os detritos orgânicos e os converter em biomassa, a qual será utilizada pelos peixes iliófagos e outros predadores. Segundo MANN (1982), o processo de conversão é ineficiente, pelo que os subprodutos deste organismos, incluídos o dióxido de carbono, nitrogênio inorgânico,

fósforo, etc., são introduzidos novamente na coluna d'água onde são regenerados e utilizados na produção primária.

É destacável um outro papel que as espécies filtradoras da comunidade bentônica desenvolvem atuando no processo de controle natural da eutrofização. HILY (1991) encontrou na Baía de Brest (França), que os organismos bentônicos filtravam aproximadamente 30% do volume total da água da baía, controlando, desta maneira, a biomassa fitoplantônica, juntamente com outros processos físicos (correntes de maré, tempo de residência da água).

Em geral, de acordo com BARNES (1984), o ecossistema estuarino desenvolve um baixo nível de maturidade, o qual se faz evidente pela baixa diversidade biológica geralmente observada. O mesmo autor menciona que o total da biomassa estuarina residente é relativamente pequena. Este fato deve-se a diversas causas: a- as condições ambientais são inóspitas e podem causar altas taxas de mortalidade; b- os animais tipicamente estuarinos são de pequeno tamanho, e de curtos períodos de vida (seleção tipo  $r$ ); c- as marés e correntes removem grande quantidade de energia do estuário para o mar adjacente, especialmente em sistemas com grandes áreas alagadas e florestas de mangues, e d- o regime físico variável faz com que os organismos necessitem de muita energia para manter a homeostase. Concluindo, pode-se dizer que a baixa diversidade biótica destes ambientes deve-se, entre outras causas, à natureza fisicamente estressante, à instabilidade e à imprevisibilidade do sistema, fatores estes que, de forma combinada, tornam os estuários ecossistemas altamente complexos.

## 2- OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo conhecer as características ecológicas da comunidade macrozoobentônica da região estuarina de Cananéia (SP), relacionando a estrutura desta comunidade (aspectos qualitativos e quantitativos) com algumas variáveis físico-químicas do ambiente. Para cumprir este objetivo, foram realizados os seguintes estudos:

- Determinação da composição taxonômica do macrozoobentos que habita o sistema estuarino da região de Cananéia, SP, bem como da densidade total de organismos, riqueza e diversidade da comunidade.

- Determinação da distribuição espacial, horizontal e vertical, e temporal, das espécies encontradas.

- Estudo das variações de salinidade, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH na água.

- Estudo espacial, vertical e horizontal, da granulometria, concentração da matéria orgânica, potencial de óxido-redução, e concentrações de nitrogênio e fósforo total, no sedimento, bem como da possível interação dos organismos bentônicos com estas variáveis.

### 3- ÁREA DE ESTUDO

O sistema estuarino-lagunar de Cananéia, localiza-se no litoral Sul do Estado de São Paulo (25° S, 45° W) e consiste de um sistema de canais conectados com o mar por duas entradas (Barra de Cananéia e Barra de Icapara, Iguape) (Figura 1). No total, a área ocupa uma extensão de 110 km<sup>2</sup>. A profundidade média do canal localizado entre a Ilha Comprida e a Ilha de Cananéia (Mar Pequeno) é de 6.5 m com máximas de 12 m, enquanto que no Mar de Cubatão e Mar de Cananéia as profundidades médias são de 6 m com máximas de 20 m. A circulação da água nos canais está dominada pelo regime de maré e pelos aportes de água doce durante as estações de chuvas (a precipitação média anual é de aproximadamente 2270 mm). A salinidade é controlada pela intrusão das marés no sistema. A mesma é mais alta na Baía de Trapandé perto da boca de Cananéia. A menor salinidade é encontrada no Tombos das Águas, devido à diluição com os aportes das gamboas (rios pequenos) (SCHAFFER-NOVELLI *et al.*, 1990).

Os rios que deságuam na região são, na sua maioria, pequenos, desembocando principalmente no Mar de Cubatão e Baía de Trapandé. No Mar de Cananéia, existem apenas algumas gamboas, com pequena contribuição de água doce.

Até 1978, o sistema lagunar recebia a maioria das descargas do Rio Ribeira de Iguape no Mar Pequeno, perto da cidade de Iguape, por intermédio de um canal artificial chamado de Valo Grande. O canal teve sua origem pelo ano de 1830 e foi feito com a intenção de proporcionar uma melhor passagem que permitisse a navegação direta de pequenas embarcações entre as cidades

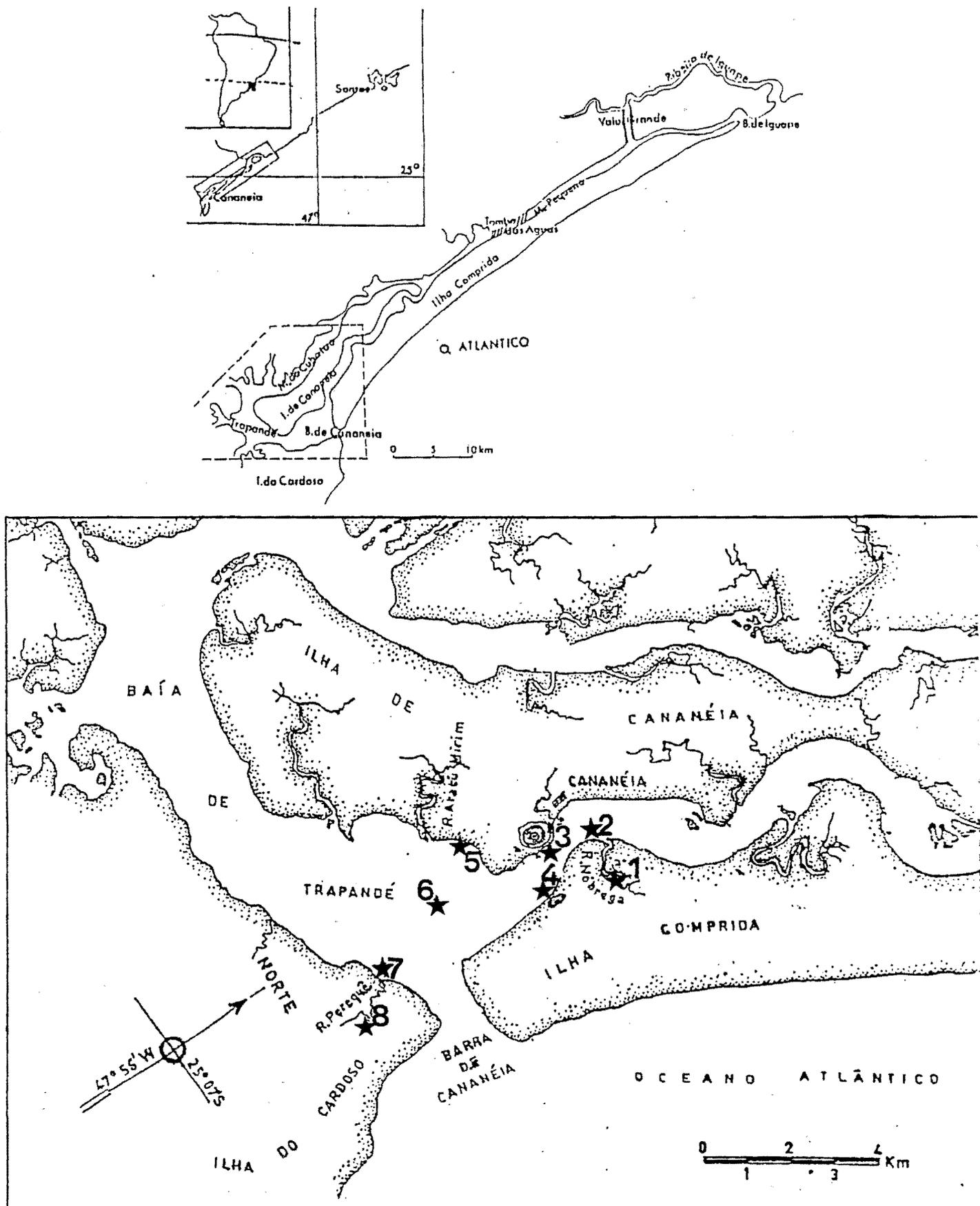
localizadas ao longo do Vale da Ribeira, e a cidade de Iguape. Com o tempo, o canal, originalmente, de 4,40 m de largura, foi-se alargando até atingir a largura de 250 m e profundidade de 5 m (SHAFFER-NOVELLI *et al.*, 1990). O Rio Ribeira de Iguape é um dos mais importantes rios do sudeste brasileiro, drenando mais de 23.350 km<sup>2</sup>. O valor médio anual de descarga do rio é de 435 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Após a construção do canal, o rio passou preferencialmente a fluir através dele. O canal do Valo Grande foi fechado em 1978, e, desta maneira, a região de Cananéia voltou a receber os aportes de sua bacia original, de um entorno de 3.000 km<sup>2</sup> (KUTNER & AIDAR-ARAGÃO, 1986).

Evidentemente as fortes mudanças hidrológicas devem ter afetado significativamente as comunidades biológicas que habitam o sistema. Por tal motivo, KUTNER & AIDAR-ARAGÃO (1986) efetuaram coletas e análises da composição fitoplanctônica entre 1979 e 1980, a fim de avaliar a influência do fechamento do mencionado canal sobre esta comunidade. A conclusão que as autoras obtiveram deste trabalho foi que ocorreu uma mudança na composição e predominância das espécies, passando a predominar espécies de mais fácil adaptação às águas salgadas (Ex. Dinoflagelados).

Transcorridos 17 anos de fechamento do canal, o mesmo voltou a se abrir, em fevereiro de 1995, desta vez, naturalmente, devido às fortes precipitações.

No que se refere à topografia do fundo da região estuarina de Cananéia, esta em geral é irregular e variável, com sedimentos que podem conter areia e lodo, incluindo regiões com areias finas, detritos vegetais e restos de conchas (TOMMASI, 1970). Descrições completas sobre a região, como também dados de alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos podem ser encontrados em BESNARD (1950a, b), MACHADO (1950, 1952), SADOSWKY (1952, 1953, 1954), MAGLIOCCA & KUTNER (1964), KATO (1966a, b, c), MATSUMURA-TUNDISI (1972), RICARD (1984), SCHAFFER-NOVELLI *et al.* (1990) e SCHMIDT *et al.* (1990).

Os locais selecionados para este estudo caracterizam-se por possuir algumas diferenças físicas entre si, tornando mais interessante o estudo da fauna macrobentônica: os rios selecionados possuem características diferentes quanto a vegetação que os rodeia; o Rio Nóbrega (Estações 1 e 2), também denominado como gamboa (KUTNER, 1963) encontra-se totalmente margeado por vegetação de mangue, suas águas são escuras, e o sedimento também escuro e com odor típico dos manguezais; o Rio Perequê (Estações 7 e 8) possui uma vegetação mais variada, formada (em direção à nascente do rio) por espécies típicas da Mata Atlântica; suas águas são escuras, mas o sedimento é de areias claras. Ambos os rios são influenciados pelo efeito da maré; as estações 3 e 4 localizam-se próximas entre si, porém, apesar disto, possuem características diferentes; a estação 3 situa-se em frente à Base Oceanográfica do Instituto Oceanográfico da USP. Esta área está fortemente afetada pela atividade pesqueira da região, com contínua navegação e influência da descarga dos barcos. As margens desta região estão constituídas por costão rochoso, diferente das restantes estações onde as margens são arenosas; a estação 4 situa-se próxima a outro banco de *Spartina*, localizado na Ilha Comprida. Esta não é afetada pela navegação dos barcos de pesca, mais sim pela ação dos pescadores artesanais, os quais instalam cercados de pesca, próximos à costa; a estação localizada na Baía de Trapandé (estação 6) está fortemente afetada pela maré e ação eólica, já que se situa numa região sem proteção natural. Este local, durante os períodos de baixa maré, fica completamente descoberto de água, formando os “baixios”; a estação 5 também se localiza na região da baía, mas, num banco de *Spartina*, vegetação típica de áreas alagadas estuarinas.



**Figura 01-** Região estuarino-lagunar de Cananéia SP. Localização das estações de coleta (Modificado de TOMMASI, 1970).

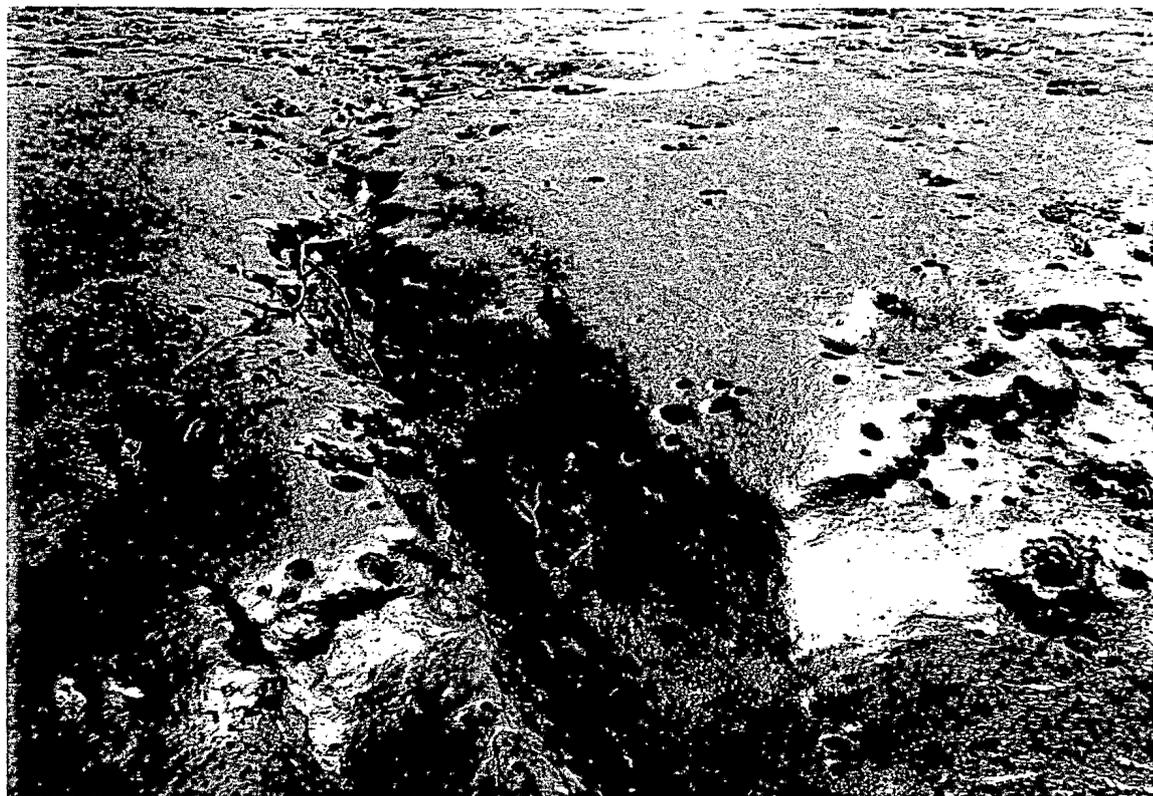


a-



b-

**Figura 02-** Vistas parciais do Rio Nóbrega (a) e da desembocadura do mesmo no Mar de Canaéia (b).



a-



b-

**Figura 03-** Características do sedimento durante a maré baixa na desembocadura do Rio Nóbrega (a) e vista parcial nas proximidades da base Oceanográfica de Cananéia-Instituto Oceanográfico de São Paulo, USP (b).



a-



b-

**Figura 04-** Vista parcial da região da Baía de Trapandé povoada por *Spartina* (a) e da Baía de Trapandé (b) com a formação de baixios.



a-



b-

**Figura 05-** Desembocadura do Rio Perequê na Baía de Trapandé (a) e características da vegetação do Rio Perequê adentro (b).

## **4- MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1- Estudo piloto**

Foi efetuado um estudo piloto a fim de se conhecer o sistema e estabelecer os pontos de amostragem. Foram tomadas amostras em varios pontos do estuário, para as análises da fauna macrobentônica e determinação do número mínimo de amostras e, também, medidas das seguintes variáveis: temperatura (°C), salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/l), condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e pH. Com base nas análises destas variáveis, foram selecionados 8 pontos de amostragem.

### **4.2- Métodos de amostragem**

Foram efetuadas 4 expedições durante o ano de 1995, abrangendo as quatro estações do ano: verão, 13/14 fevereiro; outono, 03/04 maio; inverno, 28/29 agosto, e primavera 08/09 novembro. As estações de amostragem, em número de 8, estão indicadas na Figura 1. Todas as estações possuem uma profundidade média de aproximadamente 0,4 m na maré baixa. As amostras foram tomadas com “cores” de acrílico de 6,5 cm de diâmetro interno e enterradas manualmente no sedimento, a uma profundidade tal, que podia ser coletado 20 cm de coluna de sedimento. Coletou-se um total de 5 réplicas por estação: 3 para o estudo da fauna macrobentônica, 1 para as medidas de potencial de óxido-redução e concentração de nitrogênio e fósforo total e 1 para a análise granulométrica, determinação da porcentagem de água e concentração de matéria orgânica. Todas as amostras foram seccionadas às

seguintes profundidades: 0-1, 1-2, 2-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, de acordo com critérios próprios de metodologia, baseados nos estudos prévios.

#### Temperatura do ar e precipitação mensal

Estes dados foram fornecidos pelo Departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico (USP, São Paulo). Os valores de temperatura do ar representam valores médios diários, enquanto os de precipitação representam valores acumulados mensais.

#### **4.2.1- Análises físicas e químicas da água**

As seguintes variáveis foram medidas “in situ” na água, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm do fundo:

- temperatura (°C)
- salinidade (‰)
- oxigênio dissolvido (mg/l)
- condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- pH

Todas as medidas foram obtidas com instrumento portátil de campo (Horiba-Water Checker, modelo U10).

#### **4.2.2- Análise do sedimento**

As amostras de sedimento para análises granulométricas, porcentagem de água e determinação da concentração de matéria orgânica foram imediatamente seccionadas nas profundidades já mencionadas, e congeladas

para sua posterior análise no laboratório. As análises foram efetuadas segundo FOLK & WARD (1957) e HAKANSON & JANSSON (1983). A porcentagem de matéria orgânica foi determinada através da perda de peso por ignição a 550 °C durante duas horas.

O potencial de óxido-redução foi medido no laboratório da Base Oceanográfica de Cananéia do Instituto Oceanográfico (USP), imediatamente após a coleta, às profundidades anteriormente mencionadas, seguindo a metodologia descrita por ZOBELL (1946) e HAYES *et al.* (1958). Um circuito fechado formado por um eletrodo de platina e um de calomelano, conectados a um potenciômetro, foi construído a fim de medir o mencionado potencial. O eletrodo de calomelano era mantido na água sobrenadante do corer, através de um orifício feito numa tampa que cobria a boca do corer. O eletrodo de platina era introduzido através de orifícios feitos na parede do corer os quais tinham sido previamente selados com silicone, nas profundidades selecionadas na coluna do sedimento. Após as medições, a amostra era seccionada e congelada para uma posterior análise da concentração dos nutrientes. Estas análises se efetuaram de acordo com o método Kjeldhal para nitrogênio total, mediante a utilização do aparelho de marca BUCHÍ (Modelo B 343), e o fósforo total pelo método descrito por ANDERSEN (1976) de extração por ebulição com HCL 1N e leitura espectrofotométrica obtida pelo método de azul de molibdênio.

#### **4.2.3- Amostras biológicas**

Para a análise do macrozoobentos, as amostras foram seccionadas nas mesmas profundidades descritas anteriormente e guardadas em copos plásticos com formol a 8 %. No laboratório, foram peneiradas por uma malha de 500 µm, e os organismos, uma vez triados, conservados em álcool a 70 %. A identificação das espécies foi realizada utilizando-se de bibliografia específica

para cada grupo encontrado (FAUCHALD, 1977; BRINKHURST & MARCHESE, 1989; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995; AMARAL, 1996), e com o auxílio de especialistas em taxonomia.

#### 4.2.4-Análise numérica

A análise da diversidade específica foi realizada utilizando o índice de Shannon-Wiener (logaritmo base 2) (MARGALEF, 1980). A fim de avaliar e descrever as semelhanças ou diferenças entre as estações de coleta, foi efetuada uma análise de similaridade e análise multivariada de componentes principais, utilizando-se, tanto os dados físico-químicos obtidos, como os dados da fauna bentônica. Estas análises foram feitas com base nas publicações de LEGENDRE & LEGENDRE (1984) e JAMES & McCULLOCH (1990).

Análises de correlação ( $r$  de Pearson) foram efetuadas entre os valores médios das variáveis físicas e químicas medidas nos sedimentos (exceto Eh), e as variáveis medidas na água. Os valores foram transformados segundo  $\log(x+1)$ . Em outra análise, foram utilizadas somente as variáveis físicas e químicas medidas em cada estrato da coluna vertical do sedimento incluindo o Eh, mas sem transformação dos valores devido à existência de dados negativos.

## 5-RESULTADOS

### 5.1- Características ambientais

#### 5.1.1- Análises físicas e químicas da água

A Tabela 1 apresenta os valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e salinidade medidos nas 8 estações de amostragem.

##### *Temperatura (°C)*

Os valores máximos e mínimos de temperatura para o período em estudo, foram registrados nas estações 1 (27,3 °C) durante o mês de maio e 5 (20,1 °C) durante o mês de agosto

##### *pH*

Os valores de pH registrados mantiveram-se próximos ao valor de neutralidade, ou levemente alcalinos, obtendo-se o menor registro na estação 1 no mês de fevereiro (6,04) e o maior na estação 6 no mês de maio (7,85). A estação 1 apresentou o menor valor médio de pH (6,8)

##### *Oxigênio dissolvido (mg/l)*

A menor concentração de oxigênio dissolvido obteve-se na estação 1 durante o mês de novembro (3,49 mg/l), enquanto que a máxima concentração

se registrou na estação 8 no mês de agosto (7,88 mg/l). O menor valor médio obteve-se na estação 1 (4,5 mg/l) e o maior na estação 7 (6,6 mg/l)

#### *Condutividade ( $\mu S/cm$ )*

Os valores de condutividade oscilaram entre 84  $\mu S/cm$  (estação 8, fevereiro), e 46600  $\mu S/cm$  (estação 6, maio). O maior valor médio registrou-se na estação 7 (41120  $\mu S/cm$ ), e o menor na estação 8 (5600  $\mu S/cm$ ).

#### *Salinidade (‰)*

Os valores de salinidade oscilaram entre 0‰ na estação 8 (fevereiro e novembro), e 30,4 ‰ na estação 6 (maio), correspondendo aos valores de mínima e máxima condutividade.

**Tabela 01.** Valores das variáveis físico-químicas obtidos nos locais de coleta e valores médios entre os meses de amostragem, da região estuarina de Cananéia (SP) (T: temperatura; O.D. oxigênio dissolvido; K condutividade; S salinidade)

	Estac.1	Estac.2	Estac.3	Estac.4	Estac.5	Estac.6	Estac.7	Estac.8
<b>Fevereiro</b>								
T (°C)	22,7	23,0	24,8	25,9	26,9	24,3	25,3	22,3
pH	6,04	6,45	7,64	7,37	7,46	7,48	7,77	6,34
O.D. (mg/l)	4,51	4,92	6,07	5,59	6,25	5,73	6,18	5,20
K ( $\mu S/cm$ )	1930	4090	27000	16100	19600	26700	37600	84
S (‰)	0,9	2,0	17,0	9,5	11,6	16,9	23,9	0,0
<b>Maio</b>								
T (°C)	27,3	26,4	26,2	26,6	24,0	25,2	24,0	24,3
pH	7,32	7,78	7,77	7,59	7,70	7,85	7,51	6,82
O.D. (mg/l)	5,40	6,82	6,03	6,33	5,47	5,85	5,08	6,33
K ( $\mu S/cm$ )	36900	35900	36800	39100	46000	46600	45400	4620
S (‰)	23,6	22,8	23,4	25,1	30,0	30,4	29,5	2,4

(Tabela 01, continuação)

Agosto								
T (°C)	20,7	20,7	21,1	20,2	20,1	21,8	22,2	23,5
pH	7,13	7,28	7,61	7,44	7,63	7,76	7,68	7,09
O.D. (mg/l)	4,78	5,63	6,65	5,92	6,08	7,58	6,47	7,88
K (µS/cm)	38500	39200	38700	41100	44500	43900	42500	17500
S (‰)	24,6	25,1	24,7	26,5	28,8	28,4	27,5	10,4
Novembro								
T (°C)	25,5	25,2	25,5	26,6	25,2	25,2	25,3	24,8
pH	6,78	6,79	7,64	7,48	7,73	7,70	7,70	6,77
O.D. (mg/l)	3,49	4,70	7,16	7,63	7,13	7,27	7,01	6,44
K (µS/cm)	23500	25000	31700	28500	41500	37700	39000	188
S (‰)	14,3	15,3	20,1	17,7	26,8	24,0	25,1	0,0
Valores médios								
T (°C)	24,1	23,8	24,4	24,8	24,1	24,1	24,2	23,7
pH	6,8	7,1	7,7	7,5	7,6	7,7	7,7	6,8
O.D. (mg/l)	4,5	5,5	6,5	6,4	6,2	6,6	6,2	6,5
K (µS/cm)	25200	26050	33550	31200	37900	38720	41120	5600
S (‰)	15,8	16,3	21,3	19,7	24,3	24,9	26,5	3,2

### 5.1.2-Temperatura do ar e precipitação mensal

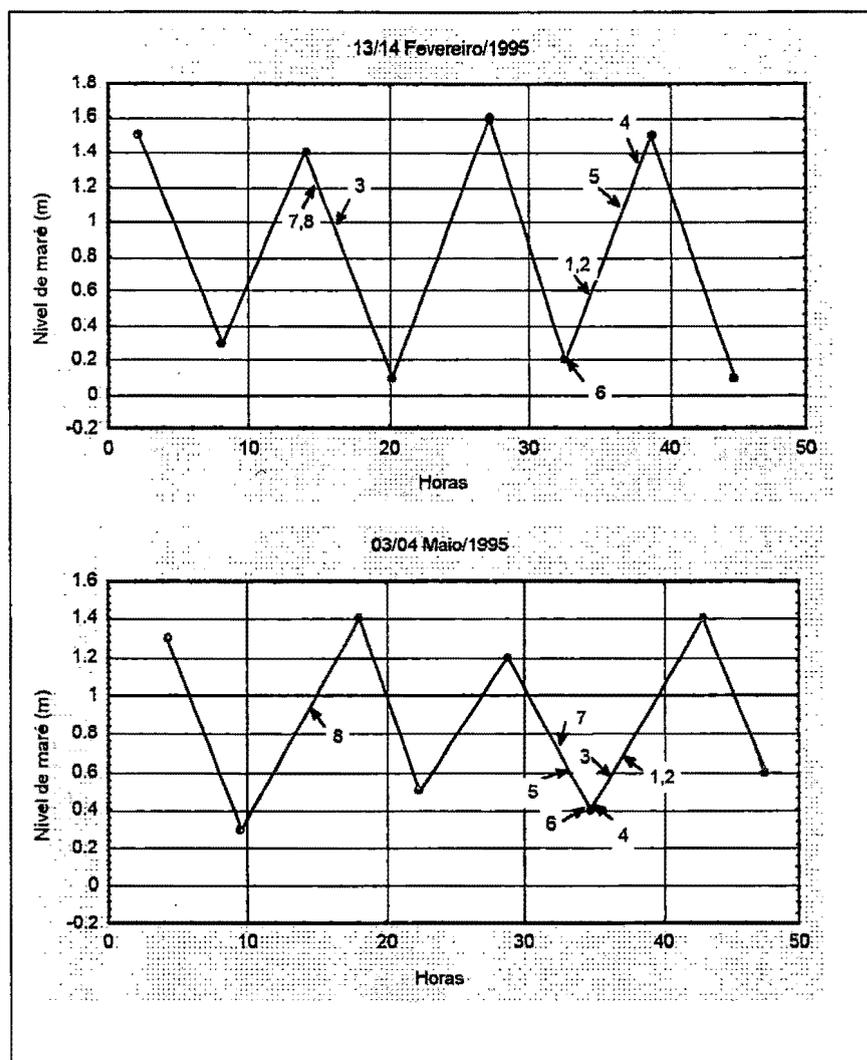
A maior temperatura media mensal foi registrada durante o mês de fevereiro, enquanto que as maiores temperaturas médias diárias se observaram durante o período de coleta do mês de novembro. O mês de maior precipitação entre os meses de amostragem foi o de fevereiro, enquanto que as menores precipitações se registraram em agosto (Tabela 2).

**Tabela 02.** Valores de precipitação (valores diários e valor acumulado mensal) e temperatura do ar (valores médios diários e mensal) para a região de Cananéia (SP) (Valores obtidos junto ao Departamento de Oceanografia Física do IOUSP).

<b>Datas</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
13/02/1995	23,2	62,3
14/02/1995	23,6	27,8
	<b>Média mensal: 25,0</b>	<b>Acumulada : 762,3</b>
03/05/1995	22,6	0,3
04/05/1995	23,1	0,0
	<b>Média mensal: 20,4</b>	<b>Acumulada: 82,6</b>
28/08/1995	23,7	0,0
29/08/1995	20,1	0,0
	<b>Média mensal: 18,9</b>	<b>Acumulada: 60,3</b>
08/11/1995	24,4	0,0
09/11/1995	24,9	0,0
	<b>Média mensal: 22,5</b>	<b>Acumulada: 232,1</b>

### 5.1.3-Variação do nível da maré

Na Figura 6, observam-se os níveis da maré registrados no momento da coleta, para cada estação e época de amostragem.



**Figura 06-** Variação do nível da maré (m) registrada nos dias de amostragem. As setas e os números indicam a altura da maré e o número da estação de amostragem, respectivamente.

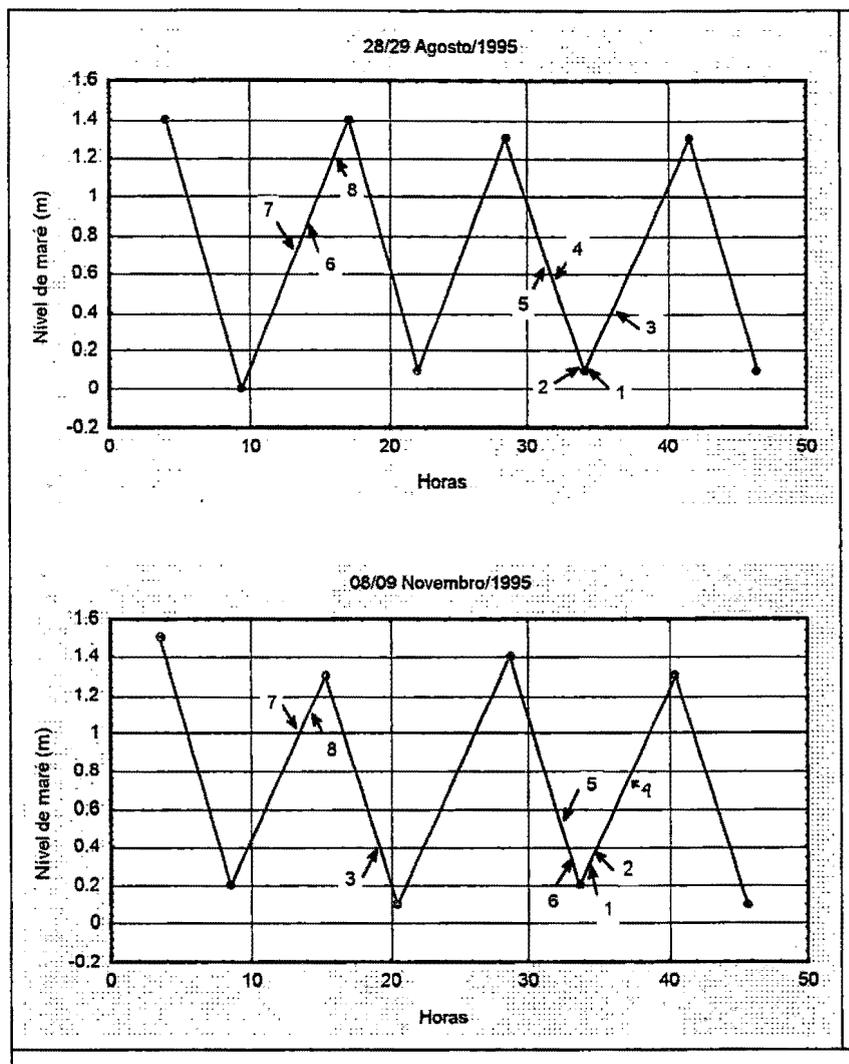


Figura 06- Continuação

#### 5.1.4- Análises físicas e químicas do sedimento

##### *Características granulométricas e classificação textural.*

O predomínio de areia fina foi observado em, praticamente, todas as estações de amostragem às profundidades medidas na coluna vertical do sedimento. Somente na estação 3, observou-se a presença de areia grossa e muito grossa nos diferentes estratos (Tabela 3a). No geral, nas estações de amostragem, o tamanho de grão é relativamente uniforme na coluna vertical. Na Tabela 3b observa-se a porcentagem de areia e silte ocupada em cada estrato de amostragem na coluna vertical do sedimento, e para cada uma das estações de coleta.

No geral, observa-se que a porcentagem de silte diminui com o aumento da profundidade dos estratos. Maiores oscilações na porcentagem de silte e areia são observadas nos três primeiros estratos de amostragem, nas estações 1 a 5. Nas demais estações, a diminuição na porcentagem destas variáveis com o aumento da profundidade, é gradual.

**Tabela 03a.** Análise granulométrica: classificação textural (Ct) e diâmetro médio das partículas de sedimento (Md, mm), nos diversos estratos do sedimento das estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). (a.f.: areia fina; a.g.: areia grossa; a.m.g.: areia muito grossa).

Prof. cm	Estação 1		Estação 2		Estação 3		Estação 4	
	Md	Ct	Md	Ct	Md	Ct	Md	Ct
0-1	0,168	a.f.	0,154	a.f.	0,783	a.g.	0,140	a.f.
1-2	0,214	a.f.	0,165	a.f.	0,757	a.g.	0,162	a.f.
2-5	0,209	a.f.	0,178	a.f.	0,824	a.g.	0,180	a.f.
5-10	0,215	a.f.	0,185	a.f.	0,883	a.g.	0,183	a.f.
10-15	0,185	a.f.	0,207	a.f.	0,778	a.g.	0,189	a.f.
15-20	0,197	a.f.	0,185	a.f.	1,681	a.m.g.	0,188	a.f.
Prof. cm	Estação 5		Estação 6		Estação 7		Estação 8	
	Md	Ct	Md	Ct	Md	Ct	Md	Ct
0-1	0,157	a.f.	0,155	a.f.	0,175	a.f.	0,174	a.f.
1-2	0,147	a.f.	0,167	a.f.	0,176	a.f.	0,175	a.f.
2-5	0,148	a.f.	0,171	a.f.	0,178	a.f.	0,177	a.f.
5-10	0,136	a.f.	0,177	a.f.	0,178	a.f.	0,179	a.f.
10-15	0,140	a.f.	0,179	a.f.	0,179	a.f.	0,179	a.f.
15-20	0,150	a.f.	0,179	a.f.	0,179	a.f.	0,179	a.f.

**Tabela 03b.** Porcentagem de areia e silte em cada estrato de amostragem na coluna vertical do sedimento, nas estações de coleta da região estuarina de Cananéia (SP).

Profundidade (cm)

	0-1	1-2	2-5	5-10	10-15	15-20
<b>Estação 1</b>						
% Areia	75,4	80,6	77,9	89,6	93,6	92,9
% Silte	24,6	19,4	22,1	10,4	6,4	7,1
<b>Estação 2</b>						
% Areia	66,7	71,0	86,2	66,2	67,8	68,8
% Silte	33,3	29,0	13,8	33,8	32,2	31,2
<b>Estação 3</b>						
% Areia	92,7	94,4	95,8	94,5	94,7	96,2
% Silte	7,3	5,6	4,2	5,5	5,3	3,8

(Tabela 3b, continuação)

<b>Estação 4</b>						
% Areia	54,4	50,6	81,6	72,3	75,8	68,0
% Silte	45,6	49,4	18,4	27,7	24,2	32,0
<b>Estação 5</b>						
% Areia	73,6	67,4	68,2	54,2	58,7	66,6
% Silte	26,4	32,6	31,8	45,8	41,3	33,4
<b>Estação 6</b>						
% Areia	70,6	78,4	81,8	87,5	90,2	89,4
% Silte	29,4	21,6	18,2	12,5	9,8	10,6
<b>Estação 7</b>						
% Areia	89,8	86,3	93,0	93,2	94,9	93,5
% Silte	10,2	13,7	7,0	6,8	5,1	6,5
<b>Estação 8</b>						
% Areia	89,6	89,2	92,7	92,5	95,8	95,2
% Silte	10,4	10,8	7,3	7,5	4,2	4,8

#### *Concentração de matéria orgânica e conteúdo de água*

A Tabela 4 mostra os valores médios da concentração de matéria orgânica obtidos nos vários estratos da coluna do sedimento.

Os valores de matéria orgânica oscilaram entre 0,35 % e 32,35 % durante o período estudado. O menor valor obteve-se à profundidade de 10-15 cm da coluna de sedimento, na estação 7 no mês de fevereiro e o máximo valor na estação 2, no mês de novembro, à profundidade de 2-5 cm.

No geral, observa-se a diminuição da concentração da matéria orgânica com o aumento da profundidade na coluna de sedimento, embora este fato não tenha sido registrado em todas as estações e meses de amostragem. Assim, por exemplo, nas estações 1 e 3 (novembro), 5 (fevereiro e novembro) e 6 (maio), registrou-se um aumento na concentração desta variável às maiores profundidades de amostragem (15-20 cm) em relação aos estratos superiores. Em outros casos, como nas estações 2 (fevereiro, agosto), 3 (agosto,

novembro) e 8 (fevereiro, agosto e novembro) houve aumento na concentração da matéria orgânica, principalmente, nos estratos de 2-5, 5-10 ou 10-15 cm.

As estações 1, 2 e 4 foram as que apresentaram, de um modo geral, as maiores concentrações desta variável nos 4 períodos de estudo, como se pode observar nos valores médios da coluna de sedimento, obtidos para cada estação de amostragem. A estação 7 foi a que apresentou os menores valores médios.

**Tabela 04.** Valores médios da concentração de matéria orgânica (%) na coluna de sedimento, e valores médios obtidos entre os meses de amostragem, nas estações de coleta da região estuarina de Cananéia (SP).

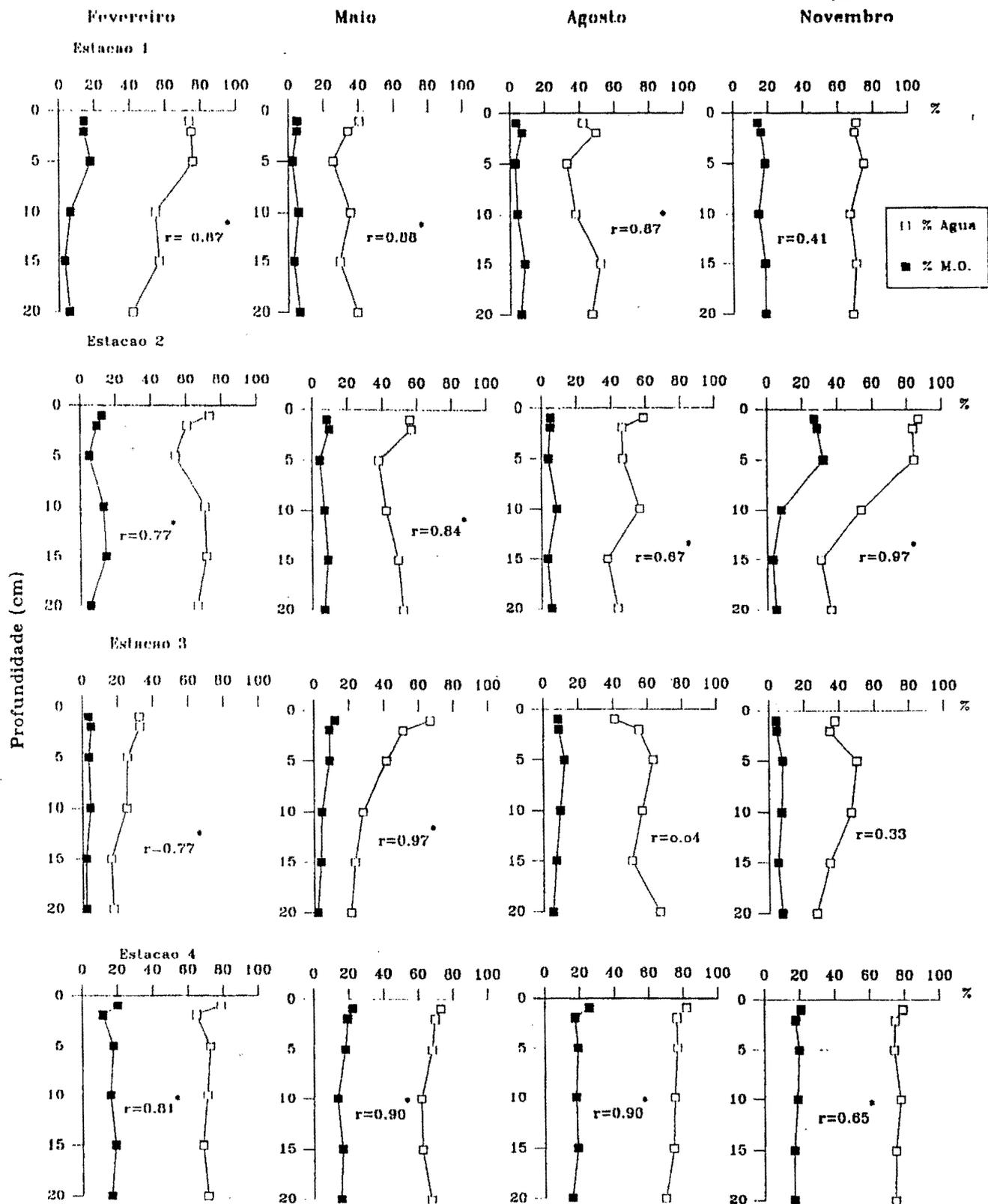
Estação	Fevereiro	Maior	Agosto	Novembro	Valores médios
1	10,33	4,67	5,38	16,50	9,22
2	10,27	7,56	5,54	17,48	10,21
3	3,57	6,70	8,81	6,10	6,29
4	16,89	17,57	19,10	18,59	18,04
5	4,03	4,45	2,64	4,89	4,00
6	5,58	2,68	1,76	2,56	3,14
7	1,50	2,24	2,04	2,21	2,00
8	2,36	3,97	4,28	3,69	3,57

A porcentagem de água nos sedimentos oscilou entre 15,92 % à profundidade entre 5-10 cm (estação 7, agosto), e 86,76 % no primeiro centímetro de amostragem, na estação 2 (novembro). De maneira geral, observa-se um padrão de diminuição da concentração de água, com o aumento da profundidade, ou variações irregulares na coluna de sedimento como ocorreu na estação 1 (maio, agosto), 2 e 3 (agosto), e 8 (agosto e novembro). Graficamente, estes resultados podem ser observados na Figura 7.

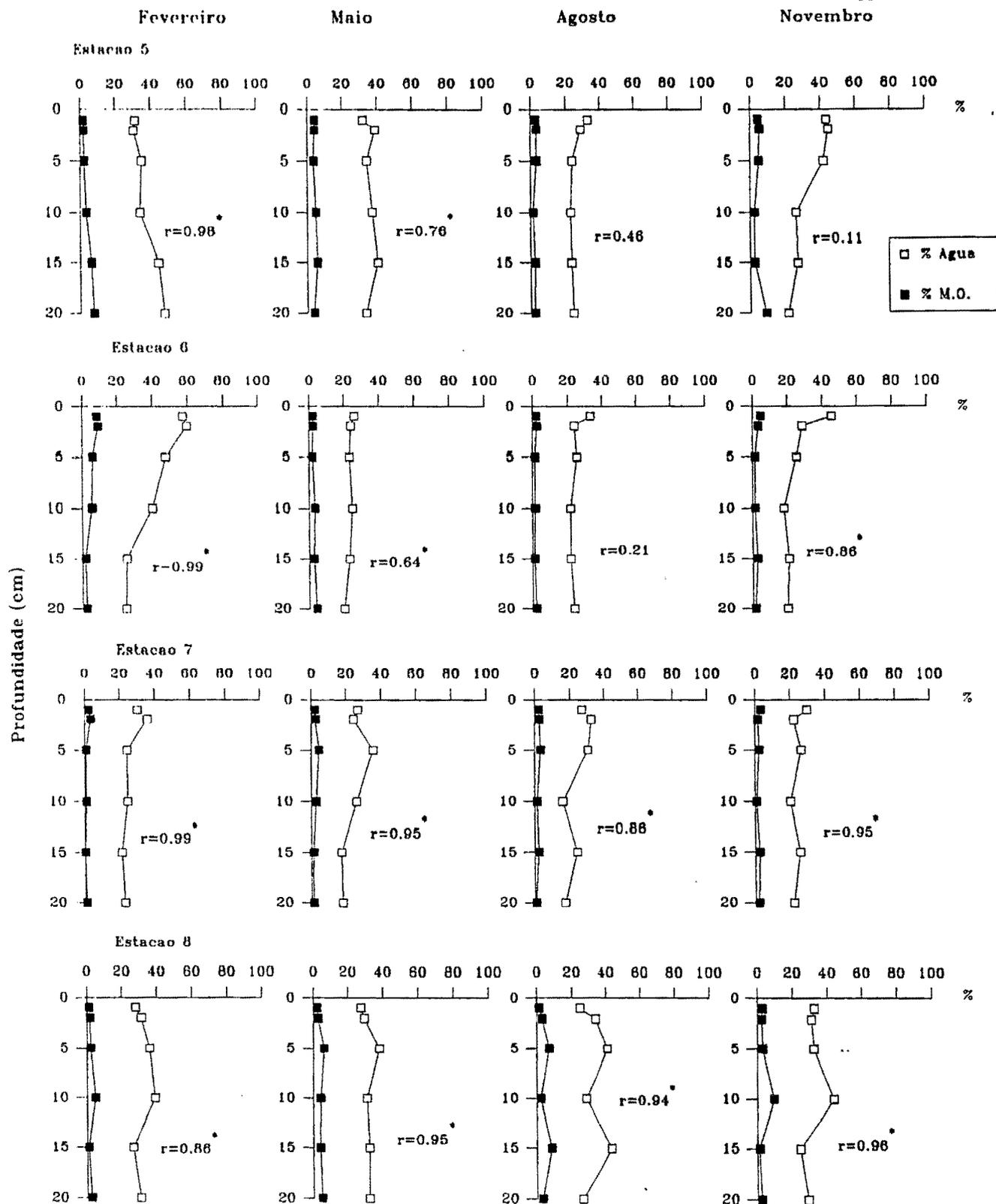
### *Relação água-matéria orgânica*

Por meio de análise de regressão simples, foram calculados os valores de  $r$  entre as variáveis mencionadas, para os meses e estações de amostragem. Tais resultados são apresentados na Figura 7, juntamente com a distribuição percentual da matéria orgânica e da água nos vários estratos do sedimentos.

Os valores de regressão obtidos foram significativos ( $p < 0.05$ ), em praticamente todos os pontos de amostragem (valores marcados com \*). Em algumas raras ocasiões como na estação 1 (novembro) e na estação 3 (agosto e novembro) a correlação foi baixa.



**Figura 07.** Variação da concentração de água e matéria orgânica (%) no perfil vertical dos sedimentos, e valores de regressão ( $r$ ) obtidos entre as duas variáveis, nas diferentes estações e épocas de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP). \* valores significativos ( $p < 0.05$ )



**Figura 07. Continuação**

### *Nitrogênio Total (NT)*

O conteúdo de nitrogênio total nos sedimentos, expressos em mg/g, oscilou, nos diferentes estratos de profundidade, entre 0 (estação 7, 10-15 cm, agosto), e 5,20 mg/g (estação 1, 0-1 cm, novembro). Como padrão geral, observa-se que ocorre uma rápida mudança na concentração deste nutriente no primeiro cm de amostragem. Observou-se também que, em algumas das estações, a tendência foi a diminuição da concentração do nutriente com o aumento da profundidade na coluna de sedimento. Tal fato ocorreu nas estações 1, 6 e 7 durante o mês de fevereiro, 3, 7 e 8 durante maio, 3 e 4 durante agosto, e 1, 3, 4, 5, 7 e 8 durante novembro.

Nas estações restantes, observou-se aumento nos estratos mais profundos, ou uma concentração quase similar deste nutriente, na coluna do sedimento, como se pode observar na Figura 8.

### *Fósforo Total (PT)*

Também nesta oportunidade, observou-se uma rápida alteração na concentração desta variável no primeiro cm de amostragem na coluna vertical dos sedimentos, embora não tenha sido tão pronunciado quanto à concentração do NT. As concentrações do PT oscilaram entre 0 mg/g na estação 8 durante o mês de fevereiro, e 2,13 mg/g na estação 1 durante o mesmo mês. As maiores concentrações deste nutriente, nos primeiros estratos da coluna de sedimento, foram encontradas nas estações 1 e 2 (fevereiro e novembro) e 3 e 4 durante todos os meses de amostragem.

Na estação 1, observa-se um comportamento similar na variação da concentração do nutriente durante os meses de fevereiro e novembro, onde ocorre uma marcada diminuição da mesma entre 5 e 10 cm de profundidade. Na estação 2, nos meses anteriormente mencionados, observa-se um aumento

gradual da concentração do PT com o aumento da profundidade a partir do segundo e quinto centímetro. Na estação 3, a tendência é a diminuição da concentração do nutriente na coluna vertical, embora as concentrações do mesmo sejam diferentes entre um mês e outro de amostragem. No caso da estação 4, a concentração de PT mantém-se praticamente constante com o aumento da profundidade.

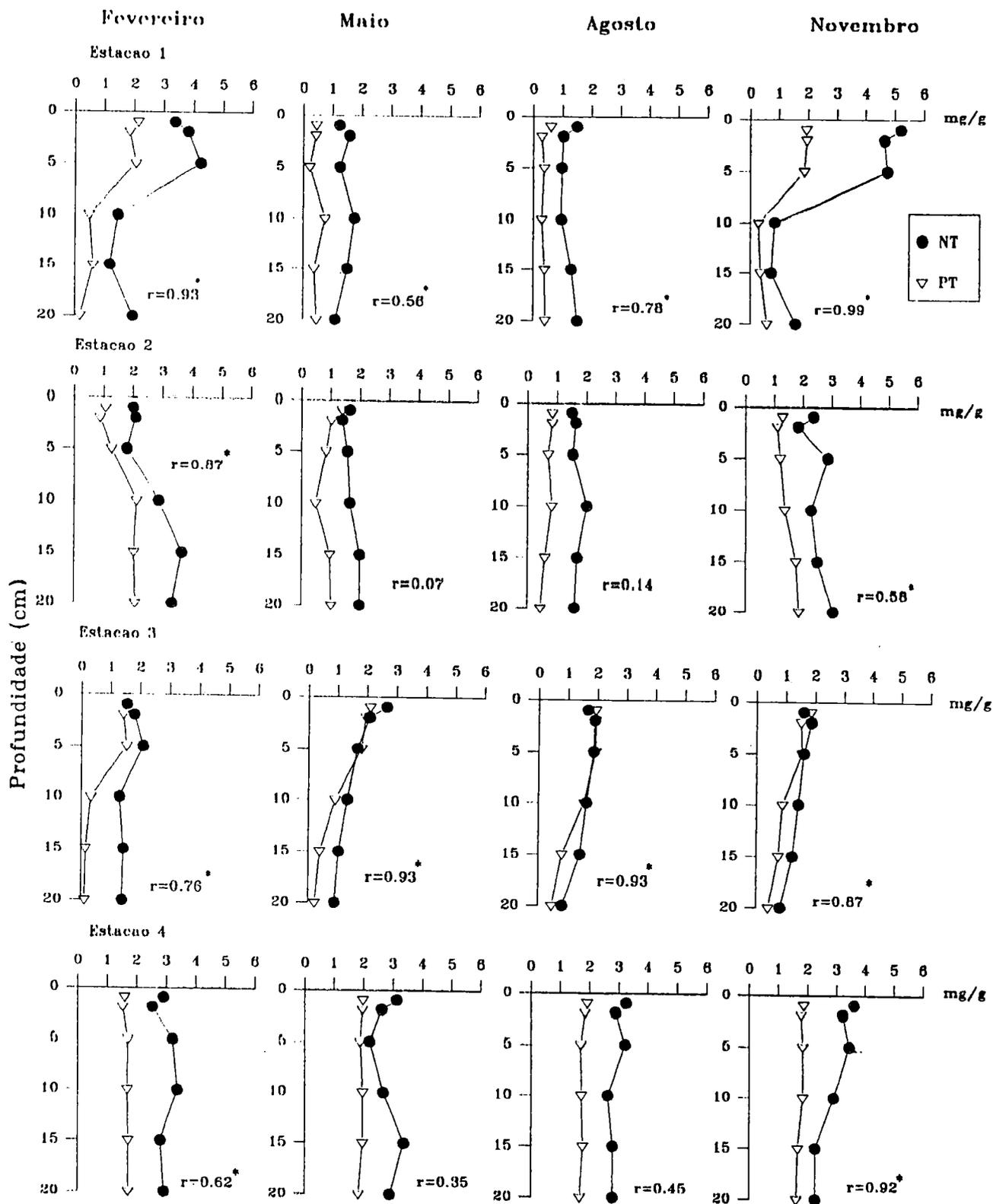
Nas estações 5, 6, 7 e 8 as concentrações do nutriente foram inferiores às registradas nas estações anteriormente mencionadas. No geral, observaram-se pequenas variações entre o primeiro centímetro de sedimento amostrado e a máxima profundidade medida. Graficamente, pode ser observado o comportamento deste nutriente na Figura 8.

#### *Relação Nitrogênio Total-Fósforo Total*

Da mesma forma que para as variáveis matéria orgânica e conteúdo de água, também foram calculados os valores de regressão entre o nitrogênio total e o fósforo total.

Somente nas estações 1, 7 e 8 foi estabelecida uma relação significativa entre as duas variáveis durante todos os meses de amostragem. Nas estações restantes, o valor de  $r$  foi mudando, conforme o transcurso dos meses.

Nas estações 2, 4, 5 e 6 foram obtidos valores significativos nos meses de fevereiro e novembro. No caso da estação 3, os valores de  $r$  foram elevados em todos os meses, exceto no mês de fevereiro. Tais resultados podem-se observar na Figura 8, conjuntamente com os resultados gráficos de ambas variáveis.



**Figura 08.** Variação da concentração de nitrogênio total e fósforo total (mg/g) no perfil vertical dos sedimentos, e valores de regressão ( $r$ ) obtidos entre as duas variáveis nas estações de amostragem na região estuarina de Cananéia (SP). \*: valores significativos ( $p < 0.05$ ).

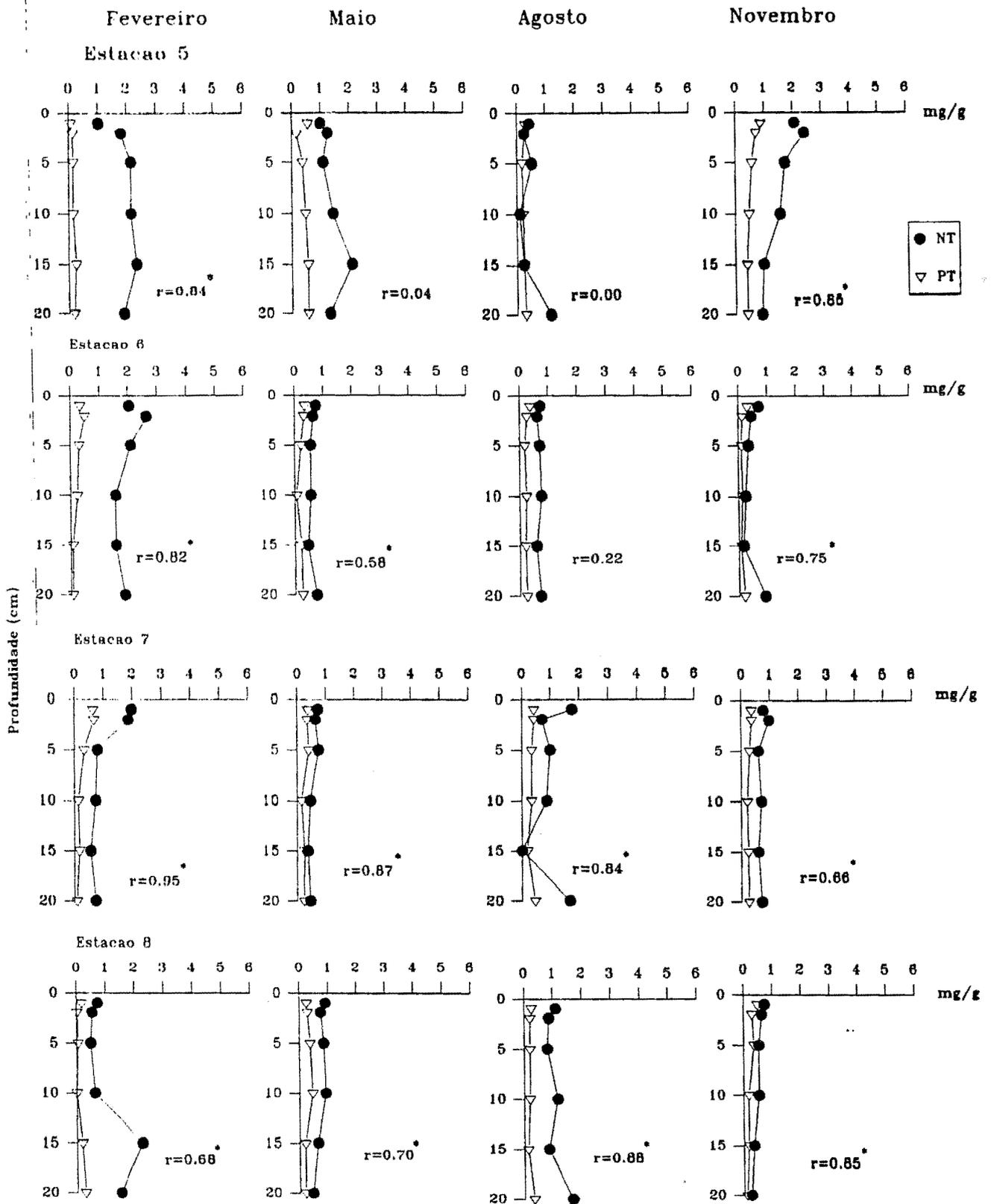


Figura 08. Continuação

### *Potencial de Oxido-redução (Eh)*

Os valores de Eh oscilaram amplamente entre as diferentes estações de amostragem, bem como entre os meses amostrados. A passagem entre sedimentos oxidados e reduzidos (camada de descontinuidade do potencial de óxido-redução) foi registrada também pela mudança na coloração apresentada pelos mesmos. Na estação 1, esta mudança ocorreu aproximadamente entre 2 e 10 cm de profundidade na coluna vertical do sedimento, dependendo dos meses de amostragem. Os valores de potencial oscilaram entre + 610 mV, no estrato superior, e -180 mV a 20 cm de profundidade. No total das medições efetuadas, observou-se uma clara mudança na coloração dos sedimentos, passando de marrom nos sedimentos oxidados até cinza-preto nos sedimentos reduzidos.

Na estação 2, somente nos dois primeiros meses amostrados manteve-se um padrão similar ao da estação 1; no mês de agosto, a totalidade da coluna de sedimento apresentou valores positivos de Eh, e no mês de novembro, somente o estrato de 15-20 cm registrou valor negativo desta variável. A passagem entre sedimentos oxidados e reduzidos, registrou-se no intervalo de 7 a 12 cm aproximadamente, exceto para o mês de agosto. Também a cor dos sedimentos oscilou, no geral, de marrom nos estratos superiores (2-5 cm), a cinza-preto nos inferiores.

Na estação 3, os valores de óxido-redução oscilaram entre +520 e -180 mV, apresentando, os sedimentos, características oxidadas até os 2 cm de profundidade no meses de fevereiro e maio. No mês de agosto, os valores positivos alcançaram os 15 cm de profundidade, e somente nesta oportunidade, os sedimentos apresentaram coloração marrom na totalidade da coluna, misturando-se a partir da profundidade de 10 cm com tons pretos. No mês de novembro, a RPD voltou-se a localizar próxima à superfície (aproximadamente 4 cm).

Durante o mês de fevereiro, na estação 4, foram observadas características reduzidas no sedimento, exceto no primeiro centímetro de amostragem (+530 mV). No restante da coluna, os valores oscilaram entre -20 mV até os -159 mV. Nos outros meses de amostragem, os valores positivos alcançaram profundidades maiores na coluna de sedimento.

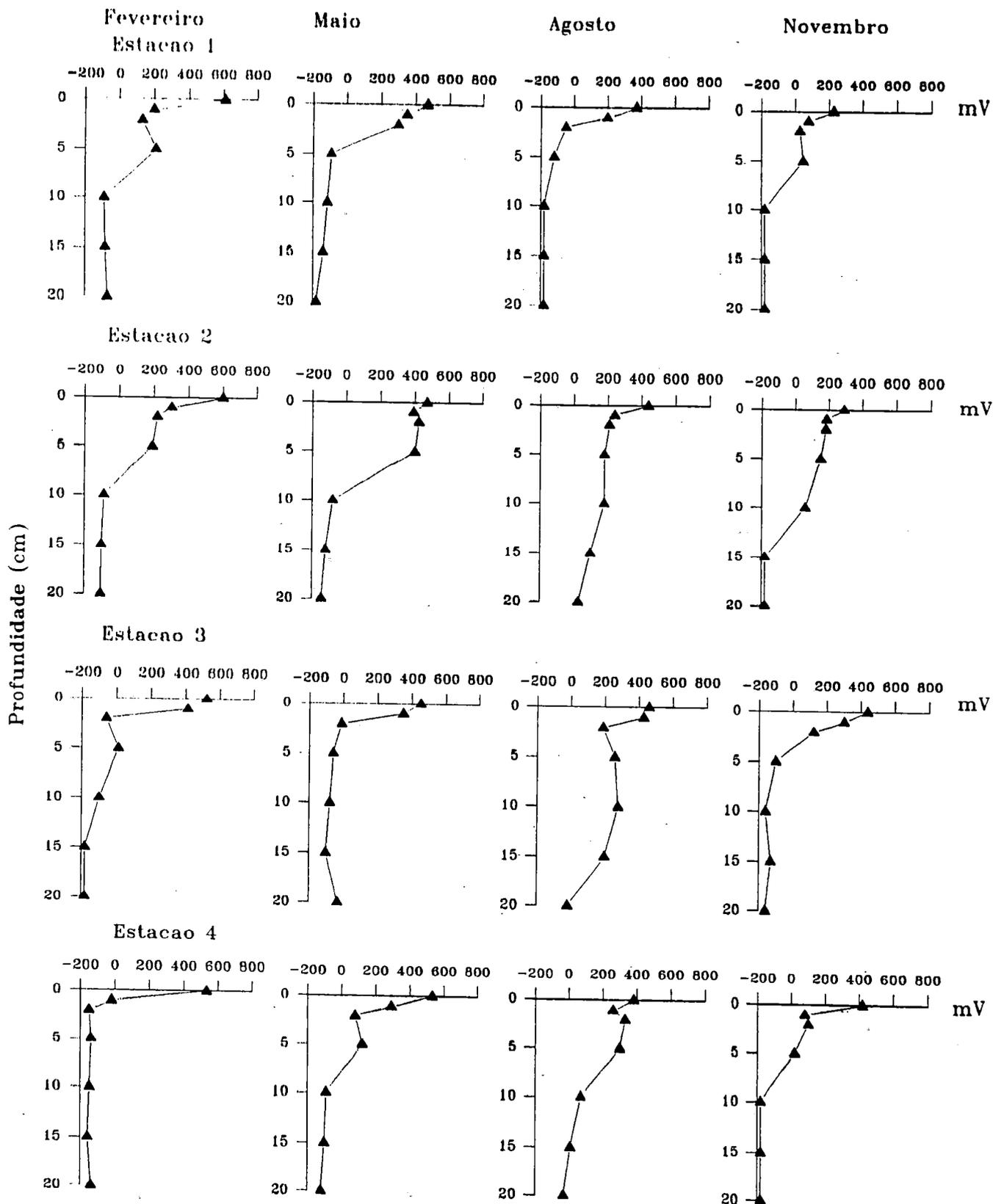
Na estação 5, observou-se um padrão similar no comportamento desta variável, nos diferentes meses de amostragem. A mudança dos valores positivos a negativos ocorreu no estrato de 2 a 7 cm de profundidade, aproximadamente. Os valores de Eh oscilaram entre +640 mV e -159 mV. A cor dos sedimentos apresentou-se marrom até aproximadamente os 5 cm de profundidade, alcançando tonalidades cinza e cinza-preto nas regiões mais profundas das cores.

A estação 6 apresentou, durante os meses de maio e agosto, valores positivos de Eh em todos os estratos amostrados, com tons do sedimento que variaram de marrom (estratos superiores) até cinza-preto, ou preto, nos estratos inferiores. Nos meses de fevereiro e novembro, a mudança no potencial ocorreu no estrato de 2 a 7 cm aproximadamente. A coluna de sedimento apresentou, de modo geral, cores mais escuras em comparação aos outros dois meses.

Para a estação 7, somente durante o mês de novembro, e abaixo dos 3 cm, foram registrados valores negativos no potencial redox. Nos meses restantes, os valores foram positivos em todas as profundidades, oscilando entre +490 mV e +90 mV. Os sedimentos se apresentaram nas cores marrom e cinza, exceto no mês de novembro, onde também foi observada a cor preta em alguns dos estratos inferiores. Na estação 8, os valores registrados verificaram, na totalidade da coluna vertical amostrada, a presença de sedimentos oxidados. Este fato aconteceu em todos os meses de amostragem. Praticamente não foram observados sedimentos com cores pretas, com tons

que oscilaram entre cinza e marrom. Os valores de potencial redox registraram marcas de +655 mV até +20 mV.

Graficamente, as mudanças nos valores de óxido-redução podem ser observadas na Figura 9. O padrão geral observado para as estações de amostragem foi a diminuição do potencial redox com o aumento de profundidade na coluna vertical dos sedimentos.



**Figura 09.** Variação do potencial de óxido-redução (Eh) na coluna vertical dos sedimentos, nas estações e épocas de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP).

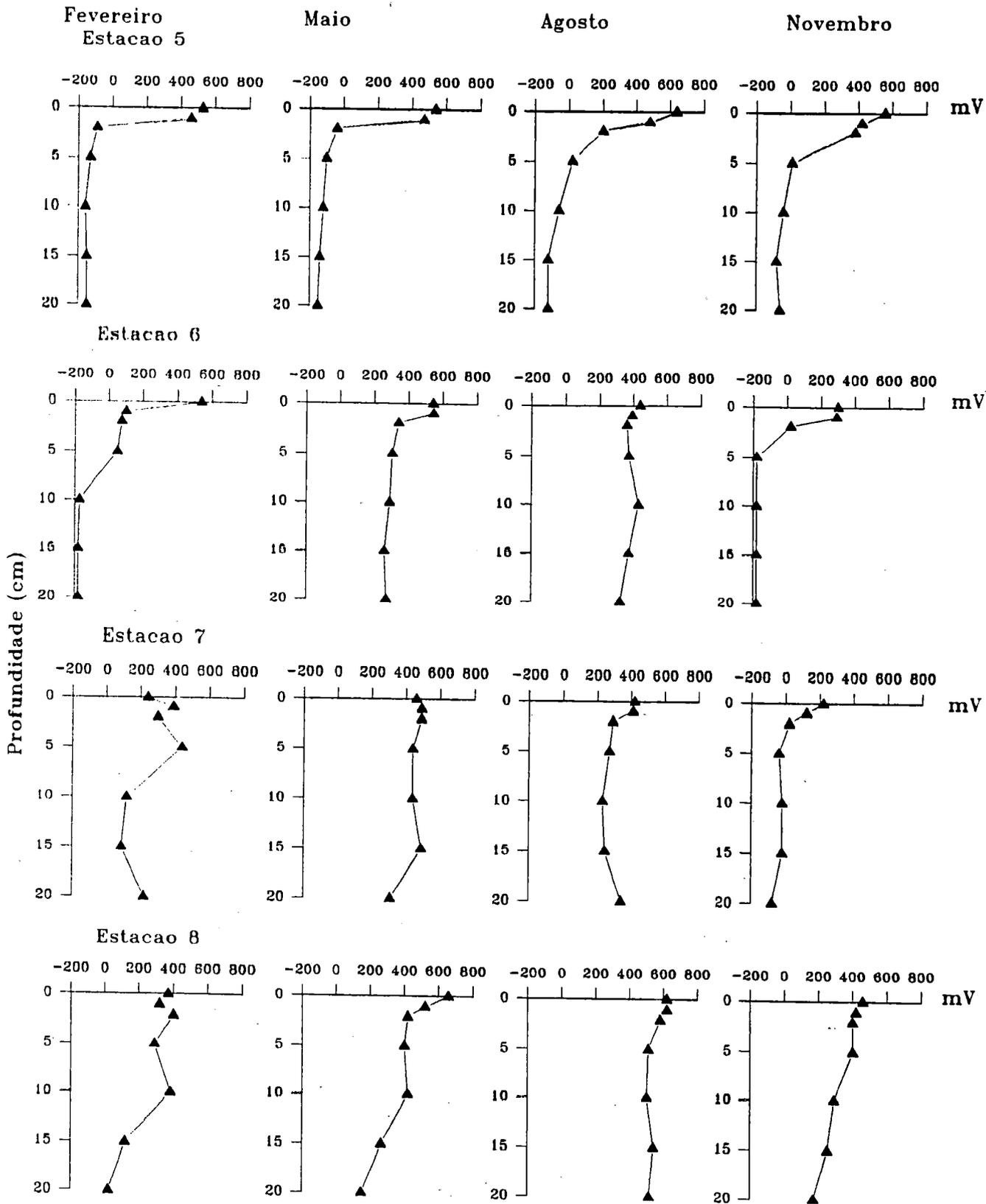


Figura 09. Continuação

## 5.2- Análise da fauna bentônica

### 5.2.1-Aspectos qualitativos

A fauna macrobentônica da região estuarina de Cananéia, coletada durante este estudo, esteve representada por organismos pertencentes aos Crustacea, Mollusca, Annelida, Echinodermata, Sipunculida, Nematoda, Nemertinea, Aracnida e Insecta.

Dentre os Crustacea, observaram-se representantes dos Ordens Decapoda, Tanaidacea, Amphipoda, Isopoda, Cumacea e da Subclasse Cephalocarida. Os Mollusca estiveram representados pelas Classes Bivalvia e Gastropoda. As Classes Polychaeta, Oligochaeta e Hirudinea representaram os Annelida. A Subclasse Ophiuroidea foi representante dos Echinodermata, e, dentre a Classe Insecta, obtiveram-se exemplares de Coleoptera e Diptera.

Na Tabela 5, apresenta-se a lista dos táxons encontrados e a relação de presença/ausência dos mesmos nas estações de amostragem. Foi registrado um total de 73 táxons na região estudada.

Dentre os táxons encontrados, os poliquetos foram o grupo mais representativo, com presença de espécies em todas as estações de amostragem. Espécies pertencentes às famílias Spionidae, Pilargidae e Capitellidae ocorreram em, praticamente, todas as estações.

Dentre os crustáceos, o principal representante foi o tanaidáceo *Kalliapseudes shubartii* e, dentre os moluscos, foi o bivalve *Tagelus* sp. Ambos ocorreram em todas as estações de amostragem, exceto na estação 8.



(Tabela 05- Continuação)

Polypedilum	-	-	-	-	-	-	-	*
Tripodura	-	-	-	-	-	-	-	*
Tanytarsini Gen. D (#)	-	-	-	-	-	-	-	*
Tanytarsus	-	-	-	-	-	-	-	*
Goeldichironomus	-	-	-	-	-	-	-	*
Rheotanytarsus	-	-	-	-	-	-	-	*
<b>Annelida</b>								
<b>Polychaeta</b>								
<i>Spiophanes wigleyi</i>	*	*	*	*	-	*	-	-
<i>Prionospio heterobranchia</i>	-	*	-	*	*	*	-	-
<i>Malacoceros vanderhorsti</i>	-	-	*	*	-	*	-	-
<i>Polydora</i>	-	-	*	-	-	-	*	-
Spionidae s/i	*	*	*	*	*	*	*	-
<i>Sigambra</i>	*	*	*	*	*	-	*	-
<i>Pilargis</i>	-	-	-	-	-	*	-	-
Capitellidae	*	*	*	*	*	*	*	-
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	-	*	-	*	*	*	*	-
<i>Glycera</i>	*	*	-	*	*	*	-	-
Gonianidae	-	*	-	-	-	-	-	-
<i>Terebellides</i>	-	-	*	-	-	-	-	-
<i>Exogone occidentalis</i>	-	-	-	-	*	*	-	-
<i>Lumbrineris</i>	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Ninoe</i>	-	*	*	-	-	-	-	-
<i>Apistobranchus</i>	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Magelona</i>	-	-	-	-	-	*	-	-
<i>Poecilochaetus</i>	-	-	-	-	-	*	-	-
<i>Nephtys</i>	-	-	-	-	-	-	*	*
<i>Galathogenia</i>	-	-	-	-	-	*	-	-
<i>Owenia</i>	-	-	*	-	-	-	-	-
<i>Armandia</i>	-	-	-	-	-	*	-	-
Maldanidae	-	*	-	-	*	*	-	-
Ctenodrilidae	-	-	-	-	*	-	-	-
Sabellidae	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Nothria</i>	-	*	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalinoecia</i>	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Leanira</i>	-	*	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe</i>	-	*	-	-	-	*	-	-
<i>Eumida</i>	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Leodamas</i>	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Isolda</i>	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Pterolysippe</i>	-	-	-	-	*	-	-	-
Nereidae	*	*	-	-	*	*	*	-
<b>Oligochaeta</b>								
<i>Peloscolex</i> sp	-	*	*	*	*	*	-	-
Naididae	-	-	-	-	-	-	-	*
Oligochaeta s/i	*	-	*	*	*	*	*	*
Hirudinea	-	-	-	-	*	-	-	-

(#) Conforme Trivinho-Strixino &amp; Strixino (1995)

### *Distribuição vertical das espécies na coluna do sedimento*

Em muitas das estações, a ocorrência das espécies verificou-se até a profundidade de 5 e 10 cm. Na Figura 10, apresenta-se graficamente a profundidade de penetração, na coluna de sedimento, das espécies agrupadas em grandes táxons, encontrados nas 8 estações de amostragem durante os diferentes meses. Utiliza-se a palavra “outros” para representar os grupos menores, enquanto a ocorrência e abundância (Ex. nemátodos, ácaros, etc.).

Na estação 1, encontrou-se que os oligoquetos alcançaram a profundidade máxima de coleta na coluna vertical (20 cm) seguidos da classe poliqueta (15 cm). A profundidade de penetração dos grupos dentro do sedimento modificou-se com o transcurso dos meses de amostragens.

Na estação 2, observou-se que os poliquetos e crustáceos foram os que alcançaram as máximas profundidades na coluna vertical do sedimento, embora não se tenham registrado espécies até a profundidade de 20 cm.

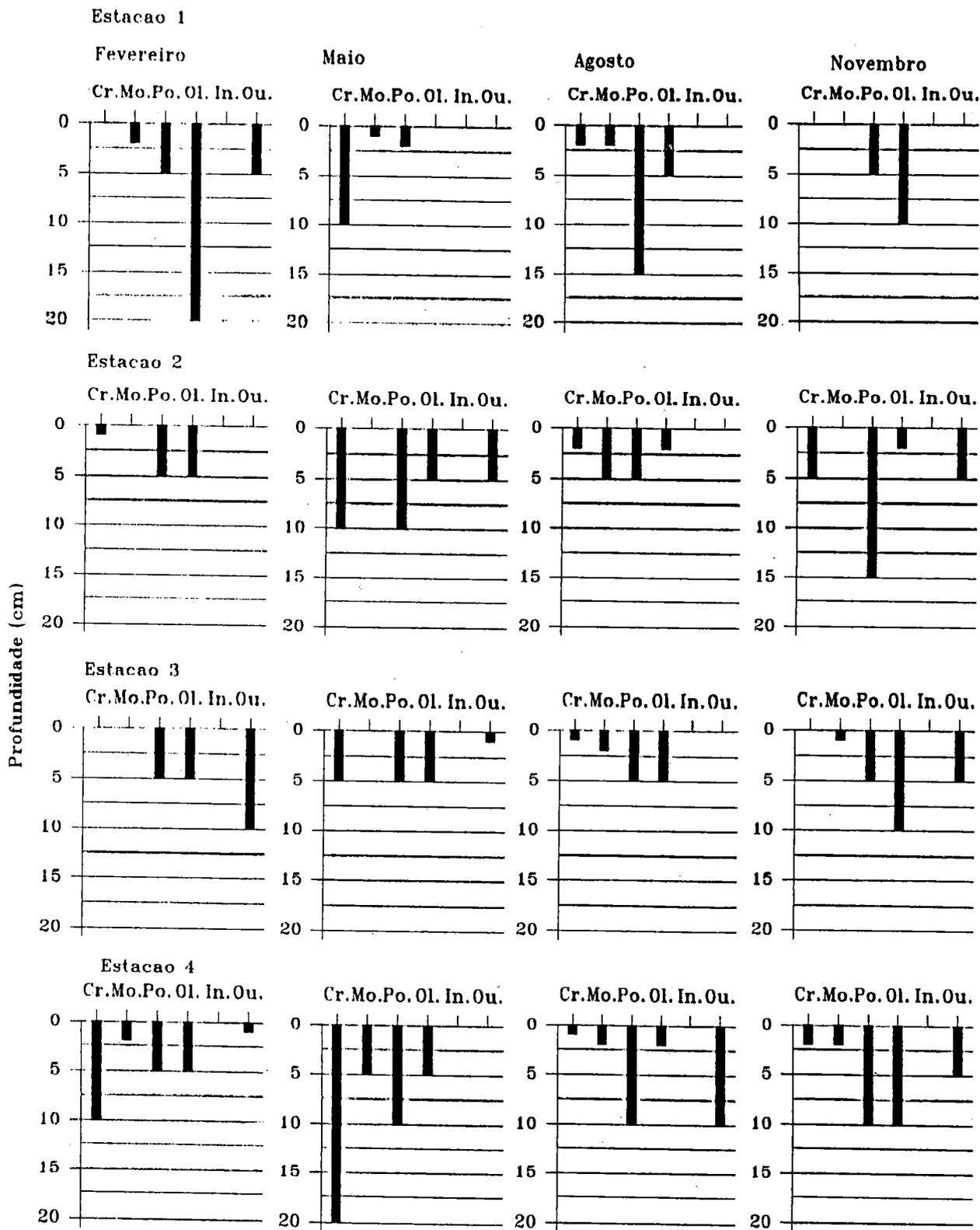
Na estação 3, os anelídeos (poliquetos e oligoquetos) mantiveram constante sua profundidade de penetração no sedimento nos meses de amostragem. Somente no último mês, observa-se um incremento na profundidade de penetração no sedimento por parte dos oligoquetos.

Na estação 4, os poliquetos mantiveram-se até à profundidade de 10 cm em todos os meses de amostragem, exceto no primeiro mês, onde somente alcançaram os 5 cm de profundidade. Os crustáceos alcançaram a máxima profundidade de amostragem (20 cm) durante o mês de maio e os moluscos somente penetram no sedimento até os 5 cm de profundidade. Na estação 5, somente os crustáceos mantiveram uma profundidade uniforme de penetração nos sedimentos (até os 5 cm), nos meses em que foram coletados. Os moluscos são o único grupo que alcançam a profundidade máxima de coleta no mes de novembro.

Um maior número de espécies alcançou maiores profundidades na coluna vertical do sedimento na estação 6. Crustáceos e poliquetos penetraram até os 15 e 20 cm de profundidade, respectivamente, durante o mês de fevereiro. Em maio, os crustáceos mantiveram esta profundidade e os molusca alcançaram os 20 cm na coluna vertical. Durante o mês de agosto, todos os grupos encontrados penetraram até os 10 cm e os poliquetos alcançaram até os 20 cm de profundidade. Por último, em novembro, os Mollusca representados pelo bivalve *Divaricella quadrisulcata*, alcançaram a profundidade de 20 cm, e os nemátodos (definidos como "outros") alcançaram a marca de 15 cm.

Na estação 7, somente os moluscos, durante o mês de novembro alcançaram a profundidade de 20 cm. Os grupos restantes não mantiveram uma profundidade de enterramento constante durante os meses de amostragem.

Na estação 8, observa-se que somente oligoquetos e insetos ocorrem às máximas profundidade (20 e 15 cm respectivamente). Entre os Insecta, os Diptera alcançaram a profundidade de 10 cm e os Coleoptera a profundidade de 15 cm na coluna vertical. Os poliquetos (*Nephtys*), nesta estação, somente alcançaram a profundidade máxima de 10 cm, fato ocorrido durante o mês de agosto.



**Figura 10.** Distribuição vertical na coluna de sedimento dos táxons de macrobêntos encontrados nas estações e meses de amostragem na região estuarina de Cananéia (SP), agrupados segundo os seguintes grandes grupos: Cr.: Crustácea; Mo.: Mollusca; Po.: Polychaeta; Ol.: Oligochaeta; In.: Insecta; Ou.: Outros: Echinodermata, Sipunculida, Nematoda, Nemertinea, Acari.

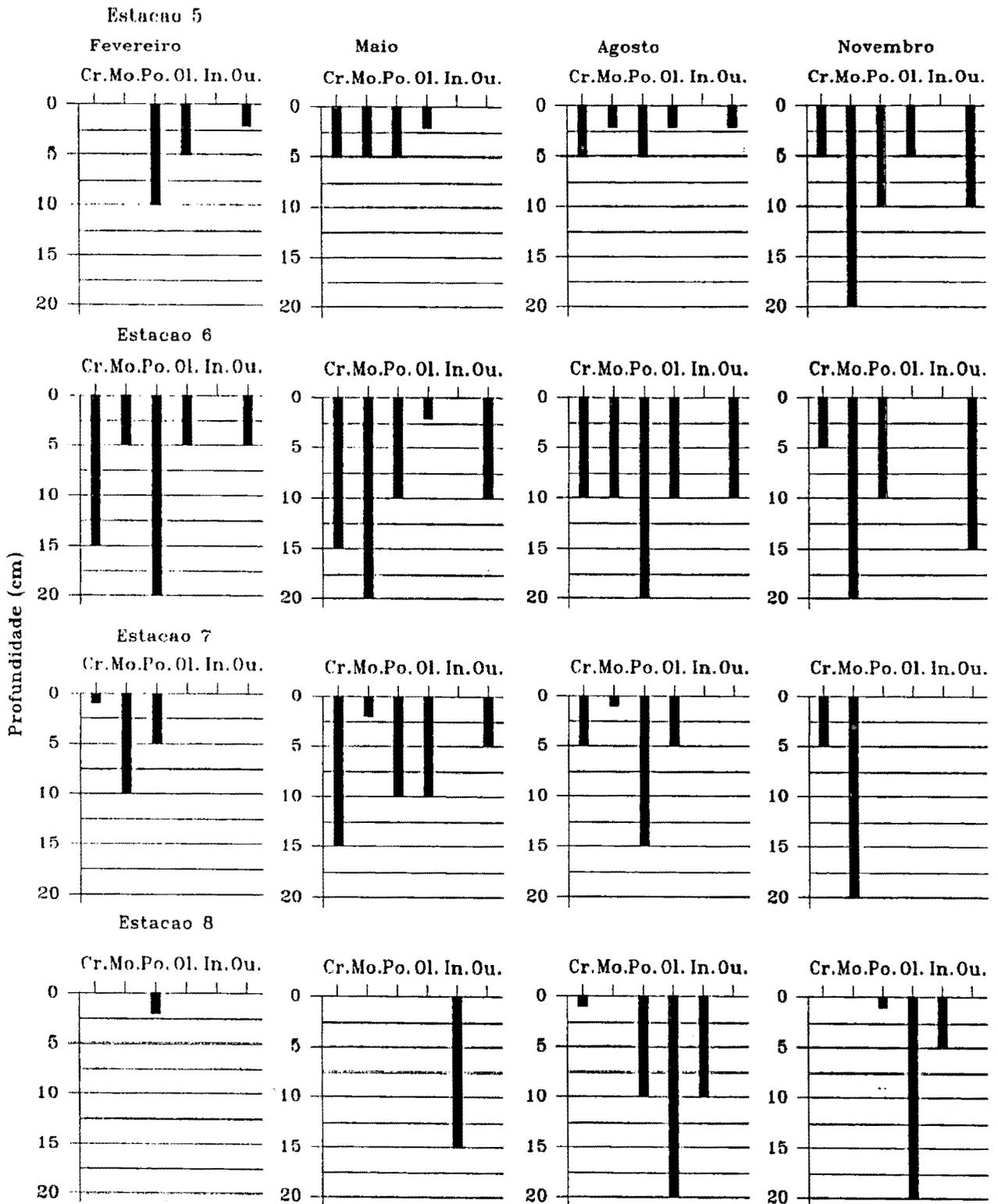


Figura 10. Continuação



### 5.2.2- Aspectos quantitativos

#### *Densidade total de organismos na coluna de sedimento*

Na Tabela 6, pode-se observar a densidade de organismos no volume total da coluna de sedimento obtida nos diferentes meses e estações de amostragem, assim como o número total de táxons encontrados. A estação 7 foi a que apresentou a maior densidade de indivíduos (156), fato ocorrido durante o mês de maio, seguida da estação 5 com 123 indivíduos, no mês de novembro.

**Tabela 06.** Densidade de indivíduos e número de táxons encontrados na coluna vertical do sedimento durante as estações e meses de amostragem, na região estuarina de Cananéia (SP). Dens.: densidade (ind./6000 cm<sup>3</sup>); N.t.: número de táxons

Estação	Fevereiro		Maio		Agosto		Novembro		Valor Médio	
	Dens.	N.t.	Dens.	N.t.	Dens.	N.t.	Dens.	N.t.	Dens.	N.t.
1	23	13	16	8	18	10	13	4	17.7	8.7
2	9	6	20	11	53	30	36	24	29.7	17.7
3	45	7	46	15	42	16	32	19	41.5	14.2
4	16	8	53	13	36	16	90	26	48.5	15.7
5	35	15	41	15	19	11	123	41	54.5	20.5
6	84	28	56	22	56	20	35	26	57.7	24.0
7	2	2	156	25	40	20	20	9	55.0	14.0
8	1	1	3	3	19	9	91	12	28.7	6.2

Os valores médios de densidade demonstram que as estações 5, 6, e 7 foram as que apresentaram a maior densidade, seguidas das estações 3 e 4. Na estação 8 observa-se um grande incremento na densidade de indivíduos no mês de novembro comparado com os meses anteriores.

No que diz respeito ao número de táxons, o maior número foi encontrado na estação 5, durante o mês de novembro (41 táxons), seguida da estação 2 no mês de agosto (30 táxons). A estação 6, apresentou durante todos

os meses de amostragem, um elevado número de táxons, obtendo o maior valor médio. O menor valor registrou-se na estação 8 durante o mês de fevereiro, ocorrendo somente 1 táxon.

Na Figura 11, pode-se observar graficamente a percentagem ocupada por cada táxon nos meses e estações de amostragem.

Na estação 1, os poliquetos mantiveram a liderança de ocorrência, em relação aos grupos restante, em todos os meses amostrados. A presença de moluscos é registrada nos três primeiros meses de amostragem, e a de crustáceos, somente nos meses de maio e agosto. No mês de novembro, somente são encontrados anelídeos.

Na estação 2, encontram-se anelídeos e crustáceos nos 4 meses de amostragem. Pode-se observar que, a exceção do mês de fevereiro, a predominância é quase exclusiva dos poliquetos. Os moluscos somente foram coletados nos meses de fevereiro e agosto.

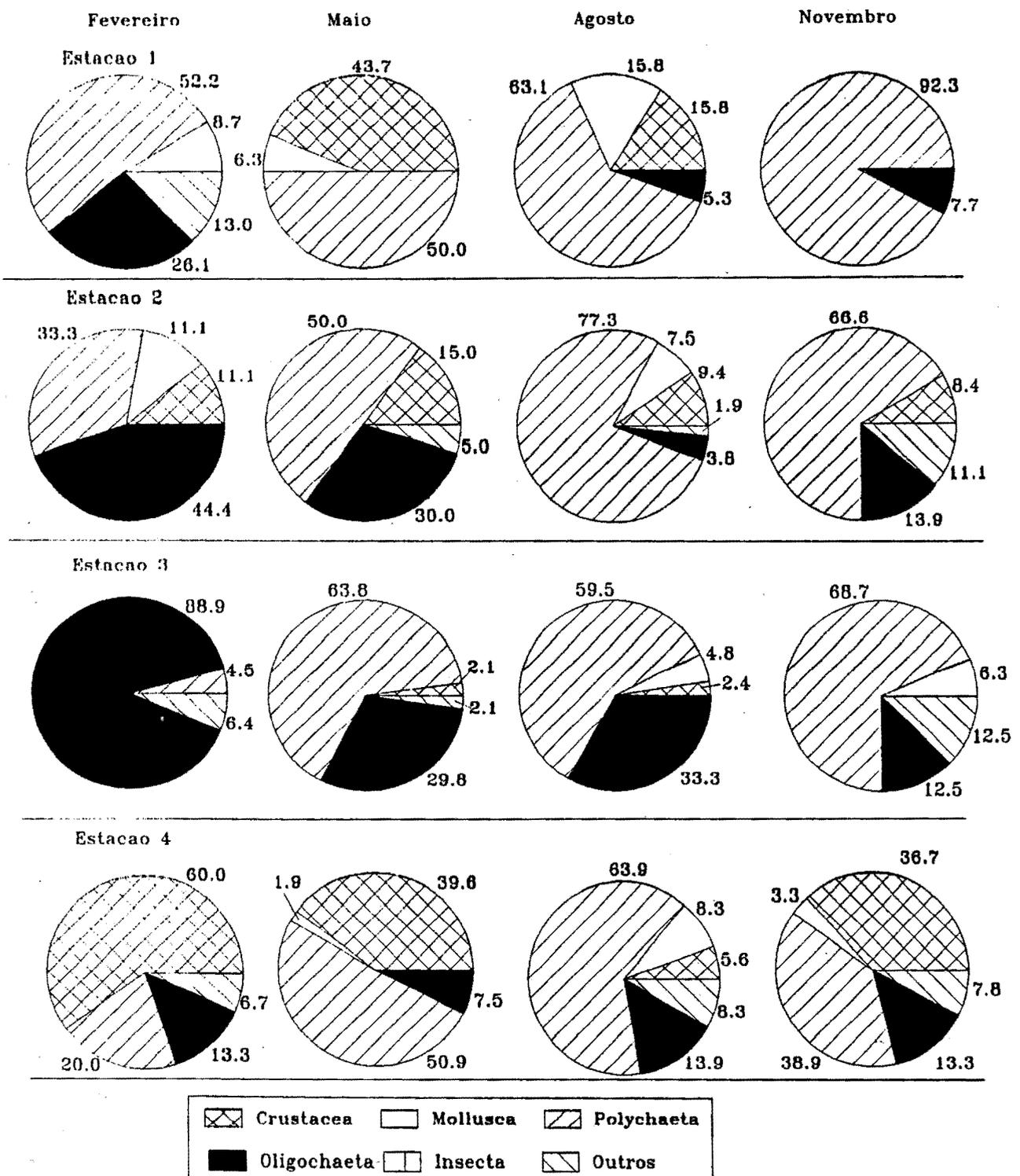
Na estação 3, são os oligoquetos os que predominam no mês de fevereiro, diminuindo sua densidade nos meses restantes, passando a predominar os poliquetos. As espécies de crustáceos são importantes na estação 4, onde ocupam, no primeiro mês de coleta, mais do 50 % da amostra. Já nos meses de maio e agosto, os poliquetos passam a predominar frente aos outros grupos, e, no mês de novembro, volta a aumentar a proporção de crustáceos.

Durante o mês de fevereiro, na estação 5, observa-se uma clara predominância dos oligoquetos frente aos poliquetos, fato que não ocorre nos outros meses de amostragem. Crustáceos e moluscos variam suas proporções nos meses de maio, agosto e novembro, encontrando em novembro, a máxima porcentagem de moluscos.

A estação 6 caracteriza-se pela ocorrência constante de moluscos e crustáceos nos meses de amostragens, embora as proporções sejam diferentes. A máxima porcentagem de crustáceos foi observada no mês de agosto e de

moluscos no mês de maio. No caso da estação 7 observa-se a predominância dos crustáceos nos dois primeiros meses de amostragens, reduzindo-se esta amplamente nos meses seguintes. Nestes meses, voltam a predominar as espécies de poliquetos.

Por último, na estação 8, observa-se a predominância absoluta de poliquetos no mês de fevereiro e de insetos no mês de maio. Já nos meses de agosto e novembro, destaca-se a grande abundância de oligoquetos.



**Figura 11-** Valores percentuais agrupados em grandes grupos dos táxons encontrados nas estações de amostragem nos diferentes meses de coleta, na região de Cananéia (SP).

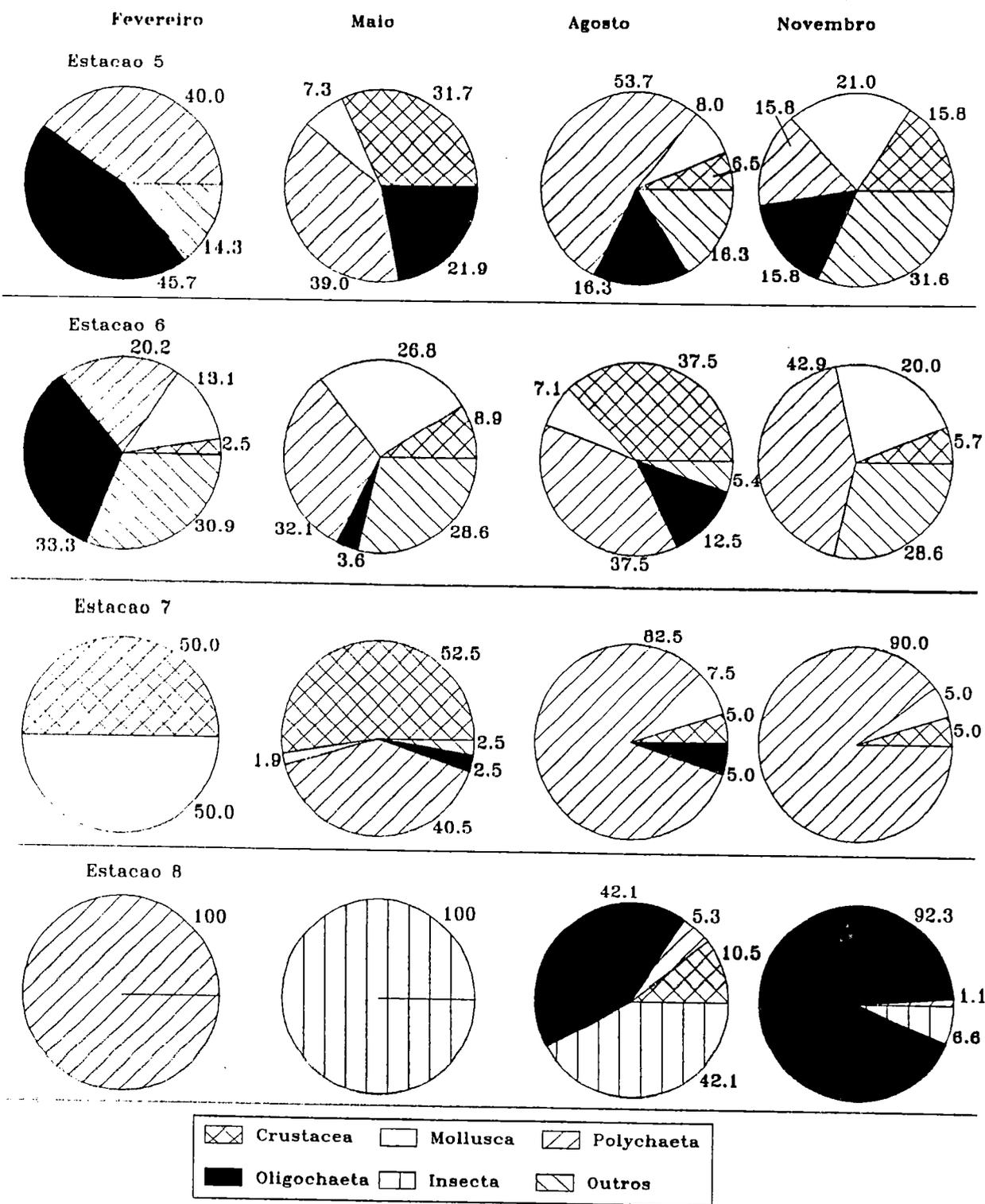


Figura 11. Continuação

*Densidade de organismos por espécies nas estações de amostragem*

Na Tabela 7, quantificam-se as espécies encontradas em cada estrato de amostragem na coluna de sedimento, nas épocas de coleta. Cabe considerar que cada estrato possui um volume diferente, pelo qual as densidades, entre os mesmos, não são totalmente comparáveis. Estratos de 0-1 e 1-2 cm contém: 100 cm<sup>3</sup> de sedimento; 2-5 cm: 300 cm<sup>3</sup> ; 5-10, 10-15, 15-20 cm: 500 cm<sup>3</sup> .

**Tabela 07.** Número de indivíduos por espécie, encontrados nos estratos de amostragem na coluna vertical de sedimento nos diferentes meses de coleta para a região estuarina de Cananéia (SP). Entre parênteses, apresenta-se o volume correspondente a cada estrato amostrado.

Estação 1	Fevereiro	Maiο	Agosto	Novembro
<b>0-1 cm (100 cm<sup>3</sup>)</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	0	1	0
<i>Tanais stanfordi</i>	0	0	1	0
<i>Macoma sp</i>	1	1	1	0
<i>Spiophanes wigleyi</i>	2	2	0	3
Spionidae	0	0	9	0
Capitellidae	0	1	0	0
Nereidae	0	4	0	0
Nematoda	1	0	0	0
<b>1-2 cm (100 cm<sup>3</sup>)</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	4	1	0
<i>Macoma sp</i>	1	0	1	0
<i>Tagelus sp</i>	0	0	1	0
<i>Spiophanes wigleyi</i>	2	0	1	8
<i>Sigambra</i>	3	0	0	0
Nereidae	0	1	0	0
Nematoda	1	0	0	0
<b>2-5 cm (300 cm<sup>3</sup>)</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	2	0	0
Capitellidae	3	0	0	0
Spionidae	2	0	0	0
<i>Glycera</i>	0	0	0	1
Oligochaeta	0	0	1	0
Nematoda	1	0	0	0
<b>5-10 cm (500 cm<sup>3</sup>)</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	1	0	0
Oligochaeta	4	0	0	1
<b>10-15 cm (500 cm<sup>3</sup>)</b>				
Nereidae	0	0	1	0
Oligochaeta	1	0	0	0
<b>15-20 cm (500 cm<sup>3</sup>)</b>				
Oligochaeta	1	0	0	0
<b>TOTAL Ind./2000 cm<sup>3</sup></b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>13</b>

Estação 2	Fevereiro	Mai	Agosto	Novembro
<b>0-1cm</b>				
<i>Uca</i> sp	1	0	0	0
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	1	2	1
Flabellifera	0	0	1	0
<i>Cyprideis salebrosa</i>	0	0	1	0
Gammaridae	0	0	0	1
<i>Heleobia</i>	0	0	1	0
<i>Spiophanes wigleyi</i>	0	2	0	0
Spionidae	0	0	2	0
Nereidae	0	2	0	1
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	1	2
Maldanidae	0	0	2	0
Sabellidae	0	0	1	0
<i>Leanira</i>	0	0	1	0
<i>Nothria</i>	0	0	1	0
<i>Lumbrineris</i>	0	0	1	0
<i>Pholoe</i>	0	0	1	0
Capitellidae	0	0	11	1
<i>Peloscolex</i>	2	0	0	2
<b>1-2 cm</b>				
Gammaridae	0	0	1	0
<i>Tagelus</i> sp	1	0	1	0
Olividae	0	0	1	0
<i>Glycera</i>	1	0	0	0
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	5	2
<i>Spiophanes wigleyi</i>	0	0	0	2
Spionidae	0	0	3	0
<i>Ninoe</i>	0	0	1	0
<i>Nothria</i>	0	0	1	0
<i>Eumida</i>	0	0	1	1
<i>Peloscolex</i>	0	0	2	2
Oligochaeta	0	0	0	1
Sipunculida	0	0	0	1
Nematoda	0	0	1	1
<b>2-5 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	1	0	0
Gammaridae	0	0	0	1
<i>Tagelus</i> sp	0	0	1	0
<i>Sigambra</i>	0	1	0	0
Nereidae	0	3	0	0
Capitellidae	2	1	1	4
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	4	1
<i>Prionospio heterobranchia</i>	0	0	0	1
Spionidae	0	0	1	0
Maldanidae	0	0	1	0
<i>Lumbrineris</i>	0	0	0	1
<i>Ninoe</i>	0	0	1	0
Gonianidae	0	0	1	1
<i>Peloscolex</i>	2	6	0	0
Acari	0	1	0	0
Sipunculida	0	0	0	1
Nematoda	0	0	0	1
<b>5-10 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	1	0	0
<i>Prionospio heterobranchia</i>	0	0	0	1

Capitellidae	0	0	0	3
Nereidae	0	1	0	0
<b>10-15 cm</b>				
Capitellidae	0	0	0	3
<b>15-20 cm</b>				
<b>TOTAL Ind./2000cm<sup>3</sup></b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>53</b>	<b>36</b>

<b>Estação 3</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Mai</b>	<b>Agosto</b>	<b>Novembro</b>
<b>0-1 cm</b>				
Flabellifera	0	0	1	0
<i>Tagelus sp</i>	0	0	0	1
<i>Macoma sp</i>	0	0	0	1
<i>Polydora</i>	0	1	0	0
<i>Malacoceros vanderhorsti</i>	0	0	10	0
Spionidae	0	9	0	7
<i>Sigambra</i>	0	4	1	0
<i>Terebellides</i>	0	0	3	0
Capitellidae	0	1	0	2
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	0	1
<i>Glycera</i>	0	0	0	1
<i>Nephtys</i>	0	0	0	1
<i>Peloscolex</i>	13	9	3	0
Oligochaeta	0	0	2	1
Sipunculida	0	0	0	2
Nematoda	0	1	0	1
<b>1-2 cm</b>				
<i>Macoma sp</i>	0	0	2	0
<i>Spiophanes wigleyi</i>	0	0	0	1
<i>Malacoceros vanderhorsti</i>	0	0	5	0
Spionidae	0	0	2	1
<i>Sigambra</i>	0	3	0	2
<i>Glycera</i>	0	0	0	2
Capitellidae	0	9	0	0
<i>Peloscolex</i>	19	2	4	2
Oligochaeta	0	2	1	0
Nematoda	2	0	0	0
<b>2-5 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	1	0	0 ..
<i>Sigambra</i>	0	1	0	2
Spionidae	0	0	1	0
<i>Ninoe</i>	0	0	2	0
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	0	2
<i>Owenia</i>	0	1	0	0
<i>Terebellides</i>	2	0	0	0
Capitellidae	0	1	1	0
<i>Peloscolex</i>	4	1	1	0
Oligochaeta	4	0	3	0
Nematoda	0	0	0	1
<b>5-10 cm</b>				
Oligochaeta	0	0	0	1
Nematoda	1	0	0	0
<b>10-15 cm</b>				
<b>15-20 cm</b>				
<b>TOTAL Ind./2000cm<sup>3</sup></b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>32</b>

Estação 4	Fevereiro	Maior	Agosto	Novembro
<b>0-1 cm</b>				
<i>Cyprideis multidentata</i>	7	0	0	0
<i>Cyprideis salebrosa</i>	0	0	2	22
<i>Tagelus sp</i>	0	0	0	1
<i>Heleobia</i>	0	0	0	1
<i>Spiophanes wigleyi</i>	0	0	1	0
<i>Malacoceros vanderhorsti</i>	0	0	2	0
Spionidae	0	1	3	7
Capitellidae	0	0	0	2
<i>Glycera</i>	0	0	0	3
<i>Peloscolex</i>	1	0	1	5
Sipunculida	0	0	0	1
Nematoda	1	0	0	0
<b>1-2 cm</b>				
<i>Cyprideis multidentata</i>	2	0	0	0
<i>Cyprideis salebrosa</i>	0	0	0	11
Olividae	0	0	3	1
Spionidae	1	12	4	7
<i>Sigambra</i>	0	0	1	1
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	0	1
<i>Glycera</i>	0	0	1	2
<i>Peloscolex</i>	0	3	4	3
Sipunculida	0	0	0	2
Nematoda	0	0	1	1
<b>2-5 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	5	0	0
<i>Tagelus sp</i>	0	1	0	0
<i>Sigambra</i>	2	8	0	3
Spionidae	0	2	6	2
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	1	2
<i>Glycera</i>	0	0	0	2
Nereidae	0	1	0	0
Capitellidae	0	2	0	0
<i>Peloscolex</i>	0	1	0	3
Oligochaeta	1	0	0	0
Nematoda	0	0	0	3
<b>5-10 cm</b>				
<i>Uca sp</i>	1	0	0	0
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	11	0	0
<i>Spiophanes wigleyi</i>	0	0	3	0
<i>Prionospio heterobranchia</i>	0	0	0	2
<i>Sigambra</i>	0	1	0	0
Capitellidae	0	0	1	1
Oligochaeta	0	0	0	1
Nemertinea	0	0	2	0
<b>10-15 cm</b>				
<b>15-20 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	5	0	0
<b>TOTAL Ind./3000cm<sup>3</sup></b>	<b>16</b>	<b>53</b>	<b>36</b>	<b>90</b>

Estação 5	Fevereiro	Mai	Agosto	Novembro
<b>0-1 cm</b>				
<i>Cyprideis salebrosa</i>	0	0	0	5
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	3	2	1
<i>Macoma sp</i>	0	0	2	1
<i>Tagelus sp</i>	0	2	0	0
Olividae	0	0	0	2
<i>Heleobia</i>	0	0	0	3
<i>Prionospio heterobranchia</i>	0	0	0	3
Spionidae	1	0	0	9
<i>Exogone occidentalis</i>	0	0	0	2
<i>Eumida</i>	0	0	0	1
<i>Glycera</i>	0	0	0	2
Sabellidae	0	0	0	16
<i>Sigambra</i>	1	0	0	1
<i>Hyalionecia</i>	0	1	0	0
Capitellidae	6	7	0	2
<i>Peloscolex</i>	5	4	0	9
Oligochaeta	1	2	0	0
Nematoda	1	0	3	9
<b>1-2 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	2	1	0
Olividae	0	0	0	2
<i>Heleobia</i>	0	0	2	0
Spionidae	0	1	0	3
<i>Sigambra</i>	1	4	1	5
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	0	1
<i>Pterolysippe</i>	0	0	0	1
Ctenodrilidae	0	0	0	1
Nereidae	0	0	0	1
Capitellidae	2	1	0	2
<i>Peloscolex</i>	6	3	1	5
Oligochaeta	3	0	2	4
Hirudinea	0	0	0	1
Nematoda	4	0	3	6
<b>2-5 cm</b>				
Goneplacidae	0	0	0	1
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	8	0	1
<i>Macoma sp</i>	0	1	0	0
<i>Tagelus sp</i>	0	0	0	1
<i>Sigambra</i>	1	1	1	1
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	0	2
<i>Glycera</i>	0	0	0	1
Maldanidae	0	0	0	1
Spionidae	0	0	0	1
<i>Eumida</i>	0	0	1	0
Nereidae	0	1	0	0
Capitellidae	1	0	0	4
<i>Peloscolex</i>	1	0	0	2
Hirudinea	0	0	0	2
<b>5-10 cm</b>				
<i>Sigambra</i>	1	0	0	0
Capitellidae	0	0	0	6
Nematoda	0	0	0	1
<b>10-15 cm</b>				
<b>15-20 cm</b>				

Lamelibanchia	0	0	0	1
<b>TOTAL Ind./2000 cm<sup>3</sup></b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>123</b>

<b>Estação 6</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Mai</b>	<b>Agosto</b>	<b>Novembro</b>
<b>0-1 cm</b>				
Cumacea	0	2	1	0
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	0	15	0
<i>Macoma sp</i>	0	0	2	2
Olividae	1	0	0	0
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	0	3	0	0
<i>Thracia sp</i>	0	6	0	0
Lamelibanchia	0	3	0	0
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	0	0	0
<i>Prionospio heterobranchia</i>	2	0	0	1
<i>Malacoceros vanderhorsti</i>	0	1	0	0
<i>Exogone occidentalis</i>	1	0	0	0
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	1	0
<i>Glycera</i>	1	0	0	1
<i>Galathogenia</i>	0	0	0	1
<i>Armandia</i>	0	10	6	0
<i>Peloscolex</i>	4	0	0	0
Oligochaeta	3	0	0	0
Nematoda	5	7	0	0
Ophiuroidea	0	0	0	1
<b>1-2 cm</b>				
<i>Cyprideis multidentata</i>	0	0	0	1
<i>Cyprideis salebrosa</i>	1	0	0	0
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	0	2	0
Flabellifera	0	1	0	0
Olividae	6	0	0	1
<i>Macoma sp</i>	0	0	1	0
<i>Tagelus sp</i>	1	0	0	0
<i>Prionospio heterobranchia</i>	1	0	0	0
Spionidae	0	0	0	1
<i>Armandia</i>	0	1	4	0
<i>Aricidea cerrutii</i>	0	0	0	1
<i>Glycera</i>	0	0	0	1
<i>Pholoe</i>	0	0	0	1
<i>Lumbrineris</i>	0	1	0	0
<i>Peloscolex</i>	8	2	0	0
Oligochaeta	2	0	0	0
Nematoda	10	4	0	2
<b>2-5 cm</b>				
<i>Cyprideis multidentata</i>	0	0	0	1
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	0	2	0
<i>Tagelus sp</i>	1	0	0	0
Olividae	2	0	0	1
Lamelibanchia	0	2	0	0
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	1	0	0	2
<i>Prionospio heterobranchia</i>	0	1	0	0
Spionidae	0	0	2	0
<i>Glycera</i>	0	0	0	1
<i>Poecilochaetus</i>	0	0	0	1
<i>Armandia</i>	0	1	0	0
<i>Magelona</i>	1	0	0	0
<i>Lumbrineris</i>	1	0	0	0

Maldanidae	0	1	0	0
Capitellidae	3	0	2	0
<i>Peloscolex</i>	11	0	0	0
Oligochaeta	0	0	3	0
Nematoda	11	2	1	4
<b>5-10 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	0	1	0
<i>Diplodonta sp</i>	0	0	1	0
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	0	0	0	1
Olividae	0	0	0	1
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	1	0	0	1
<i>Prionospio heterobranchia</i>	0	1	0	0
Nereidae	0	1	0	0
<i>Pilargis</i>	0	0	0	1
<i>Magelona</i>	1	0	0	0
Maldanidae	0	0	1	0
Capitellidae	0	0	4	2
Oligochaeta	0	0	4	0
Nematoda	0	3	2	2
<b>10-15 cm</b>				
Cephalocarida	1	2	0	0
Nematoda	0	0	0	1
<b>15-20 cm</b>				
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	0	1	0	2
<i>Glyceridae</i>	2	0	0	0
Spionidae	1	0	0	0
Capitellidae	0	0	1	0
<b>TOTAL Ind./2000 cm<sup>3</sup></b>	<b>84</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>35</b>

<b>Estação 7</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Mai</b>	<b>Agosto</b>	<b>Novembro</b>
<b>0-1 cm</b>				
<i>Clibanarius vittatus</i>	0	0	1	0
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	13	0	1
<i>Tagelus sp</i>	0	0	1	0
<i>Macoma sp</i>	0	0	2	0
Lamellibranchia	0	2	0	0
Spionidae	0	0	2	0
<i>Sigambra</i>	0	0	1	1
Nereidae	0	18	0	1
<i>Isolda</i>	0	1	0	0
<i>Nephtys</i>	0	1	0	0
Capitellidae	0	2	4	4
Nematoda	0	2	0	0
<b>1-2 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	10	0	0
Tanaidacea s/i	0	2	0	0
Lamellibranchia	0	1	0	0
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	1	0
<i>Leodamas</i>	0	0	1	0
<i>Isolda</i>	0	1	0	1
<i>Sigambra</i>	0	0	1	0
Capitellidae	0	9	4	6
Nereidae	0	7	0	0
Spionidae	0	0	1	0
<i>Polydora</i>	0	1	0	0

Oligochaeta	0	0	1	0
<b>2-5 cm</b>				
<i>Uca sp</i>	1	0	0	0
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	29	1	0
<i>Sigambra</i>	0	1	1	0
<i>Aricidea (acmira) cerrutii</i>	0	0	1	0
Nereidae	0	8	0	1
Capitellidae	0	9	5	4
Oligochaeta	0	0	1	0
Acari	0	2	0	0
<b>5-10 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	26	0	0
<i>Tagelus sp</i>	0	0	0	1
<i>Sigambra</i>	0	2	2	0
Nereidae	0	1	0	0
Capitellidae	0	2	8	0
Oligochaeta	0	4	0	0
<b>10-15 cm</b>				
<i>Kalliapseudes shubartii</i>	0	2	0	0
<i>Sigambra</i>	0	0	1	0
<b>15-20 cm</b>				
Lamellibranchia	1	0	0	0
<b>TOTAL Ind./2000cm<sup>3</sup></b>	<b>2</b>	<b>156</b>	<b>40</b>	<b>20</b>

<b>Estação 8</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Mai</b>	<b>Agosto</b>	<b>Novembro</b>
<b>0-1 cm</b>				
<i>Tanais stanfordi</i>	0	0	2	0
<i>Nephtys</i>	0	0	0	1
Naididae	0	0	0	1
<i>Goeldichironomus</i>	0	1	0	0
<i>Tripodura</i>	0	0	3	0
<b>1-2 cm</b>				
<i>Nephtys</i>	1	0	0	0
Naididae	0	0	0	23
Ceratopogonidae	0	0	2	1
<i>Polypedilum</i>	0	0	0	1
<i>Gen. D</i>	0	0	0	2
<i>Rheotanytarsus</i>	0	1	0	0
<b>2-5 cm</b>				
Naididae	0	0	0	35
Hydrophilidae	0	0	1	1
<i>Polypedilum</i>	0	0	0	1
<b>5-10 cm</b>				
<i>Nephtys</i>	0	0	1	0
Naididae	0	0	2	10
Oligochaeta	0	0	2	0
<i>Tanytarsus</i>	0	0	2	0
<b>10-15 cm</b>				
Naididae	0	0	0	13
Hydrophilidae	0	1	0	0
<b>15-20 cm</b>				
Naididae	0	0	4	2
<b>TOTAL Ind./2000cm<sup>3</sup></b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>91</b>

De acordo com a tabela acima, foram constatadas mudanças, tanto na composição, quanto na abundância de espécies entre os estratos de amostragem e os meses de coleta.

Na estação 1, *Macoma* sp e *S. wigleyi*, são as duas espécies que ocorreram na maioria dos meses amostrados, no estrato de 0-1 cm. *S wigleyi*, também, ocorreu no estrato seguinte. As espécies restantes ocorrem em um ou outro mês, e, algumas, em somente um dos estratos de amostragem, como por exemplo *Sigambra*, que ocorreu aos 1-2 cm em fevereiro, e *Glycera* aos 2-5 cm em novembro. Os oligoquetos começaram a aparecer a partir do estrato de 2-5 cm até os 20 cm de profundidade.

Na estação 2, observou-se a ocorrência de um maior número de espécies, entre elas, dos crustáceos, sobretudo no primeiro estrato de amostragem durante o mês de agosto. A presença dos crustacea se deu até os 10 cm de profundidade (*K. shubartii*, mês de maio). O número de espécies de poliquetos é particularmente importante no mês de agosto.

Na estação 3, detectou-se, principalmente no mês de fevereiro, uma grande abundância do oligoqueto *Peloscolex*, em relação às demais espécies, até a profundidade de 5 cm. Spionideos também foram importantes em número até esta profundidade.

A presença abundante de ostrácodos foi observada nos meses de fevereiro e novembro, até a profundidade de 2 cm na estação 4. O tanaidáceo *K. shubartii* ocorreu a partir do estrato de 2-5 cm, e é a única espécie nesta estação que ocorre até os 20 cm de profundidade. Os spionideos também são importantes em número e ocorrem até a profundidade de 5 cm.

Na estação 5 *K. shubartii*, ocorre até os 5 cm de profundidade, acompanhado de alguns moluscos (*Macoma* sp, *Tagelus* sp). Estes últimos são mais importantes em número de espécies no estrato superficial (0-1 cm). Durante o mês de novembro, foi encontrada uma grande quantidade de poliquetos, principalmente no estrato de 0-1 cm, onde os Sabellidae foram

predominantes. O nemátodos também foram numericamente importantes até o estrato de 1-2 cm.

Na estação 6, uma grande quantidade de espécies foi detectada na coluna de sedimento, inclusive aos 20 cm de profundidade. Cabe destacar a presença de moluscos até esta profundidade durante os meses de maio e novembro, e a ocorrência de Cephalocarideos no estrato de 10-15 cm. Estes últimos somente foram encontrados nesta estação e a esta profundidade. Embora ocorra uma grande quantidade de espécies nesta estação, a presença das mesmas, nos meses amostrados, não é constante. Assim, por exemplo, *K. shubartii* é abundante nos meses de agosto no estrato superior (0-1 cm), mas não ocorre nos meses restantes. O poliqueto *Armandia* foi abundante nos meses de maio e agosto (especialmente aos 0-1 cm), alcançando a profundidade de 5 cm, mas não foi encontrado nos meses restante.

*K. shubartii* destacou-se em abundância durante o mês de maio na estação 7, ocorrendo até os 15 cm de profundidade. Também nereidos e capitelidos são numericamente importantes nos meses de maio, agosto e novembro, mas, neste caso, ocorreram até os 10 cm. Na profundidade de 20 cm, somente é registrada uma espécie de Lamellibranchia no mês de fevereiro.

Na estação 8, destaca-se a ocorrência dos Insecta e dos oligoquetos da família Naididae. Estes últimos são particularmente abundantes no mês de novembro, ocorrendo até os 20 cm de profundidade. Os insetos ocorrem até a profundidade de 15 cm, representados na mesma pela família Hydrophilidae.

#### *Densidade total de táxons na coluna vertical de sedimento*

Com a finalidade de comparar a variação da densidade de organismos bentônicos (ind./100 cm<sup>3</sup>) na coluna vertical de sedimento, estas foram graficadas para os meses e estações de amostragem (Figura 12).

Para a estação 1, foram registrados, somente durante o mês de fevereiro, indivíduos até a profundidade de 20 cm, embora a densidade tenha sido baixa (0.2 ind./100cm<sup>3</sup>). Durante este mês e no mês de novembro, as máximas densidades obtiveram-se no estrato de 1-2 cm de profundidade. No geral, as máximas densidades ocorrem entre 0 e 2 cm de profundidade.

Na estação 2, durante o mês de agosto, foram registradas as densidades máximas de indivíduos para esta estação, nos estratos de 0-1 e 1-2 cm. No mês de novembro, a maior densidade foi observada à profundidade de 1-2 cm.

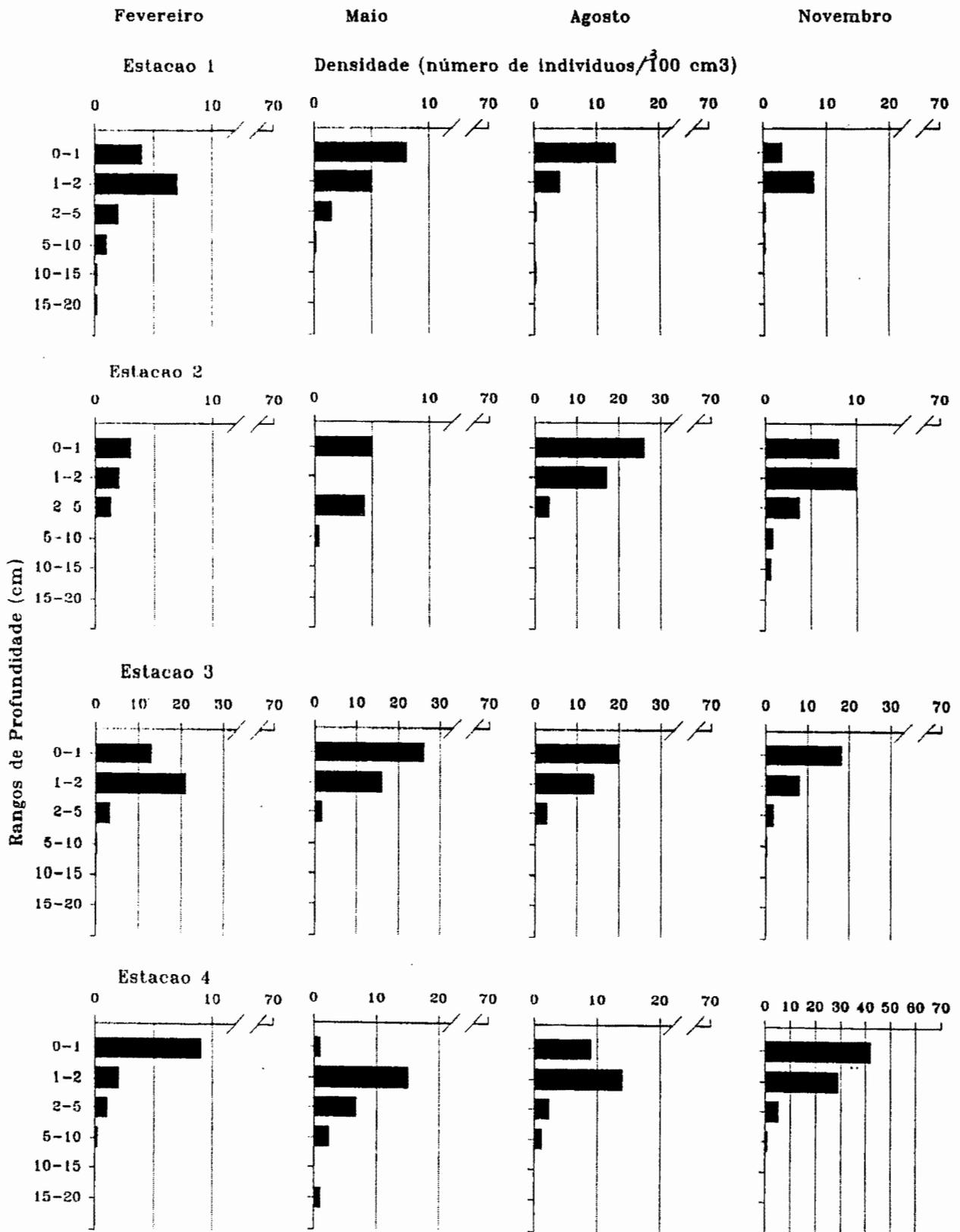
Na estação 3, observa-se o mesmo padrão de comportamento da densidade nos meses de maio, agosto e novembro, com diminuição gradual da mesma com o aumento da profundidade na coluna vertical. No mês de janeiro, a máxima densidade foi registrada no estrato de 1-2 cm.

Para a estação 4, as densidades máximas foram registradas no mês de novembro, nos dois primeiros estratos de amostragem, ocorrendo uma gradual diminuição da mesma até a profundidade de 5-10 cm. As menores densidades foram registradas no mês de fevereiro. Nos meses de maio e agosto, observou-se um pequeno aumento na densidade de indivíduos à profundidade de 1-2 cm. Também na estação 5, as máximas densidades foram registradas no mês de novembro, alcançando até 66 ind./100 cm<sup>3</sup> no estrato superficial de amostragem, ocorrendo posteriormente diminuição de quase 50 % da densidade logo no segundo estrato de profundidade. Nesta estação, as menores densidades na totalidade da coluna de sedimento foram registradas durante o mês de agosto, onde o maior número de indivíduos localizou-se no estrato de 1-2 cm.

Para a estação 6, observa-se nos meses de fevereiro e novembro, um aumento da densidade no segundo estrato de amostragem (1-2 cm). Nos meses de maio e agosto, a diminuição da densidade é brusca entre a passagem dos estratos de 0-1 a 1-2 cm na coluna de sedimento.

Na estação 7, observa-se uma baixa densidade de indivíduos no mês de fevereiro, com registro de apenas 0.4 e 0.2 ind./100 cm<sup>3</sup> para as profundidade de 2-5 e 15-20 cm respectivamente. Já no mês seguinte, detecta-se um grande aumento de densidade em relação ao mês anterior, registrando-se o valor máximo na camada superior de sedimento. Nos meses restantes, a densidade volta a diminuir, mas mantendo as densidade máximas nos dois primeiros estratos de amostragem.

Para a estação 8, foi registrada uma baixa densidade de indivíduos nos dois primeiros meses de amostragem, em todos os estratos de profundidade, ocorrendo um pequeno aumento no mês de agosto e um aumento maior no mês de novembro. Neste mês, a densidade máxima foi registrada à profundidade de 1-2 cm. A distribuição das densidades de organismos na coluna vertical, nesta estação, apresentou um padrão irregular, com pequenos aumentos nos estratos inferiores do sedimento, como pode ser observado na Figura 8. Já, nas estações restantes, o padrão geral é de quase uma contínua diminuição da densidade em direção aos estratos mais profundos. No geral, a fauna concentrou-se nos primeiros 5 cm de amostragem.



**Figura 12-** Distribuição vertical da densidade ( $\text{ind.}/100\text{ cm}^3$ ) de organismos macrobentônicos, encontrados na coluna de sedimento, nas estações e meses de amostragem na região estuarina de Cananéia (SP).

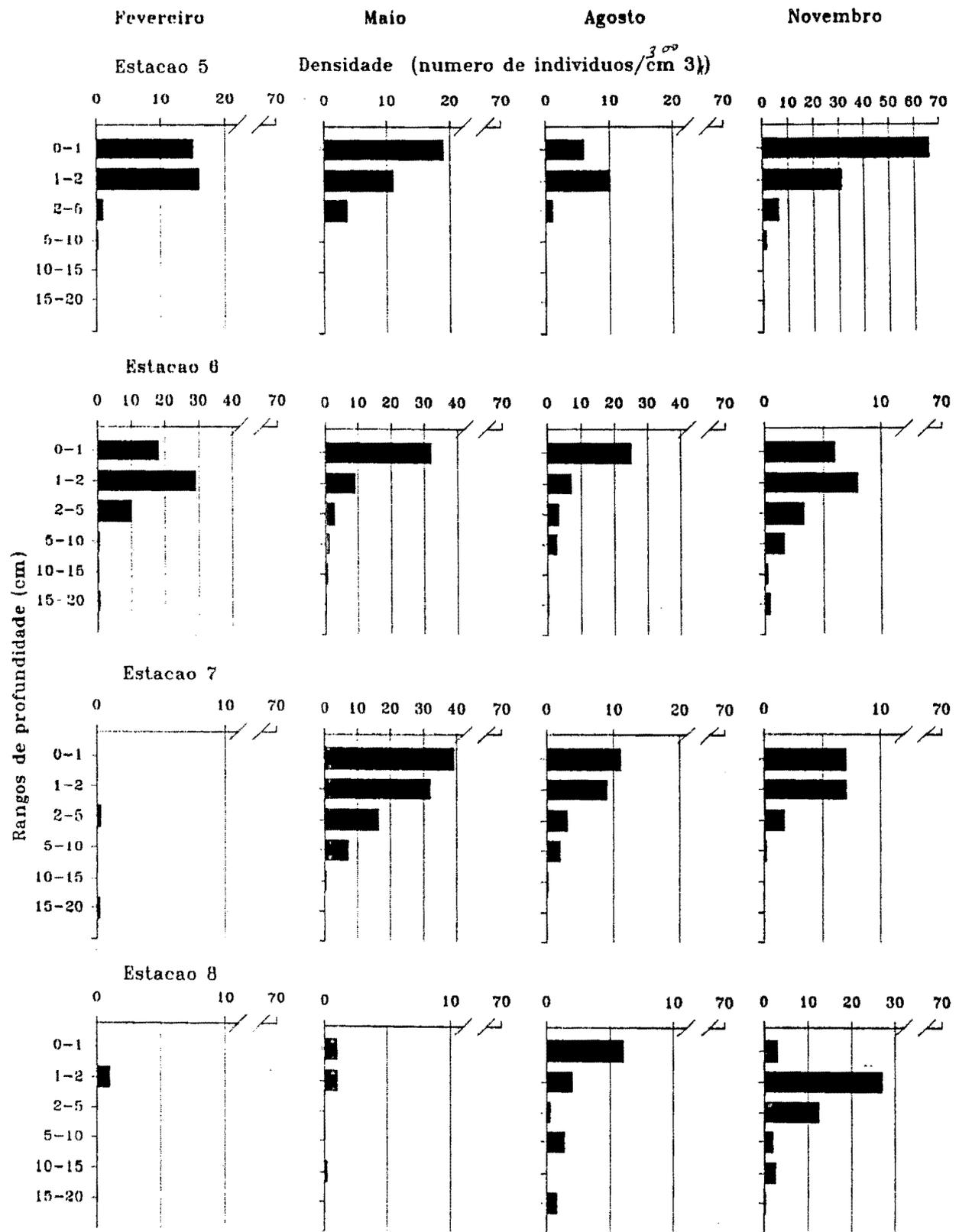


Figura 12. Continuação

### 5.2.3- Relação entre a densidade de indivíduos e o potencial de óxido-redução

Através de regressão linear, foram relacionados os valores de densidade total de indivíduos na coluna vertical dos sedimentos com os valores de potencial de óxido-redução, para cada estação e mês de amostragem. Os resultados obtidos são observados na Tabela 8.

**Tabela 08-** Valores de regressão obtidos entre a densidade de espécies na coluna vertical dos sedimentos e os valores de óxido-redução, da região estuarina de Cananéia (SP) (n=6, \*\* p<0.05; \* p<0.5)

Mês/Estação	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Fevereiro</b>	0.67*	0.97**	0.48	0.96**	0.67*	0.88**	0.49	0.46
<b>Mai</b>	0.97**	0.66*	0.89**	0.25	0.50	0.99**	0.56*	0.59*
<b>Agosto</b>	0.95**	0.73*	0.59*	0.78*	0.76*	0.26	0.60*	0.83**
<b>Novembro</b>	0.57*	0.80*	0.97**	0.84**	0.93**	0.73*	0.82**	0.59*

Como se pode observar na tabela acima, a maioria das estações apresentou correlação significativa entre as variáveis densidade e potencial redox. Durante o mês de fevereiro somente as estações 3, 7 e 8 não apresentaram correlação significativa. No mês de maio, isto ocorreu nas estações 4 e 5, e, no mês de agosto, foi na estação 6 que não foi observada correlação entre as variáveis. Durante o mês de novembro, todas as estações apresentaram correlação significativa entre variáveis analisadas, e nas estações 3, 4, 5 e 7 o valor de regressão foi altamente significativo.

### 5.2.4- Diversidade de táxons

Foi calculada a diversidade de táxons através do índice de Shannon-Wiener (MARGALEF, 1980) para as diferentes estações e épocas de amostragem. Os resultados são observados na Tabela 9.

**Tabela 09.** Valores de índice de diversidade (Shannon-Wiener) calculados para as estações de amostragem e os meses de coleta, na região estuarina de Cananéia (SP).

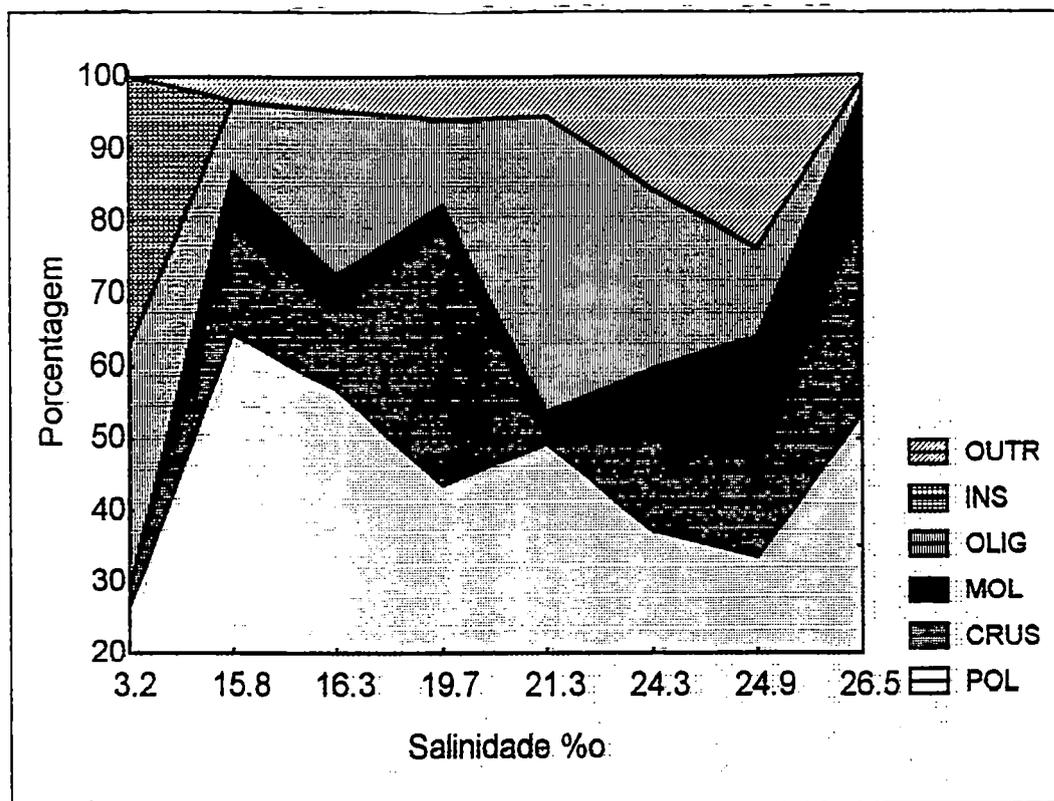
Época/Estação	1	2	3	4	5	6	7	8
Fevereiro	3,50	2,50	2,18	2,52	3,49	4,18	1,00	0
Mai	2,75	3,11	3,23	3,14	3,52	4,01	3,80	1,58
Agosto	2,58	4,40	3,60	3,73	3,33	3,76	3,88	3,05
Novembro	1,49	4,41	3,95	3,99	4,80	4,56	2,75	2,45
Valor médio	2,58	3,60	3,24	3,34	3,78	4,13	2,86	1,77

De acordo com os dados obtidos, as maiores diversidades foram registradas nas estações 5 e 6 durante o mês de novembro (4,80 e 4,56). O maior valor médio foi obtido na estação 6. Os menores valores foram registrados na estação 8, com diversidade 0 durante o mês de maio, e, na estação 1, com diversidade de 1,49 durante o mês de novembro. O menor valor médio obteve-se na estação 8 (1,77)

### 5.2.5- Variação da abundância e diversidade dos grupos taxonômicos com o gradiente de salinidade

Na Figura 13, observa-se a variação da densidade dos grupos taxonômicos de acordo com o gradiente de salinidade. Para graficar tais

resultados, foram utilizados os valores médios de salinidade e os valores médios das densidades dos grupos taxonômicos, dos 4 meses de estudo, para cada estação de amostragem.

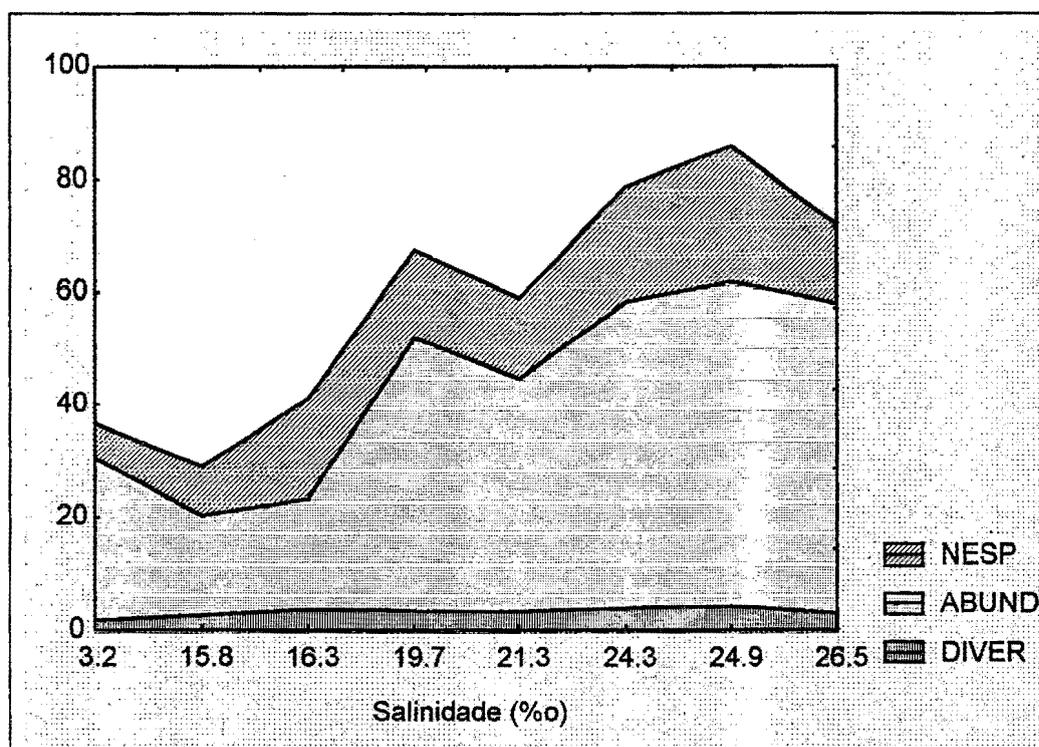


**Figura 13.** Variação da abundância relativa dos grupos taxonômicos em relação ao gradiente de salinidade na região estuarina de Cananéia (SP) (OUTR Outros; INS Insecta; OLIG Oligochaeta; MOL Mollusca; CRUS Crustacea; POL Polychaeta).

As maiores abundância do grupo dos poliquetos foram observadas nas faixas de salinidade entre 15 e 22‰, observando-se um pequena diminuição na salinidade de 25‰. Os crustáceos apresentaram sua densidade máxima entre 15 e 20‰; posteriormente, diminuíram sua densidade para voltar a aumentar na salinidade de 26‰. Os moluscos apresentarm picos de densidade nas salinidades de 15 e 20 ‰, aumentando posteriormente sua densidade

significativamente a partir de 24 ‰ de salinidade. A densidade de oligoquetos foi grande na faixa de 5-22 ‰ de salinidade, e o grupo dos insetos restringiu sua densidade na faixa de 0 até 10 ‰ aproximadamente. Os organismos classificados como outros, especialmente os nemátodos, apresentaram a máxima densidade na salinidade de aproximadamente 25‰.

Na Figura 14, mostra-se a flutuação da densidade, diversidade e do número de espécies em relação ao gradiente de salinidade. Observa-se, neste gráfico, o incremento destas variáveis com o aumento da salinidade, detectando-se 2 picos máximos, nas estações 4 (salinidade 19,7‰) e 6 (salinidade 24,9‰). Nesta última estação, observaram-se os valores máximos das três variáveis medidas.



**Figura 14.** Variação da diversidade, abundância (ind./2000 cm<sup>3</sup>) e número de espécies em relação ao gradiente de salinidade para a região estuarina de Cananéia (SP). (NESP, Número de espécies; ABUN, Abundância, DIV, Diversidade).

### **5.3- Tratamento estatístico dos dados**

#### **5.3.1- Análise de correlação entre as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento.**

Para efetuar esta análise, foram utilizados os valores médios das variáveis físicas e químicas obtidos para a coluna vertical do sedimento em cada estação e época de amostragem, e os correspondentes valores obtidos para as variáveis físicas e químicas da água. Os valores foram padronizados segundo a fórmula:  $\text{Log}(x + 1)$ , para desta maneira, obter uma distribuição normal dos dados e eliminar a dependência entre variância e média amostral. Após a análise de correlação feita de forma individual para cada estação, foram utilizados os dados de todas as estações para elaborar uma matriz única, a fim de observar a correlação existente entre as variáveis no sistema como um todo.

Na Tabela 10 a e b, apresentam-se os valores de correlação obtidos para cada estação de amostragem, e os valores obtidos considerando as estações em conjunto. Para ambas as análises, foram utilizados os dados das 4 épocas de amostragem.

**Tabela 10a.** Matriz de correlação obtida entre as variáveis físicas e químicas da água e os valores médios das variáveis físicas e químicas do sedimento para as estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). \*\*  $p < 0,1$ ; \*  $p < 0,5$  (n=4).

#### Estação 1

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.96**	1								
NT	0.98*	0.92**	1							
PT	0.91**	0.90**	0.99**	1						
TEMP.	-0.19	0.05	0.21	0.11	1					
pH	-0.74*	-0.57*	-0.75*	-0.83*	0.28	1				
OD	-0.89*	-0.96**	-0.78*	-0.74*	-0.02	0.35	1			
K	-0.58*	-0.40	-0.65*	-0.73*	0.22	0.98**	0.15	1		
SAL	-0.57*	-0.39	-0.64*	-0.73*	0.23	0.97**	0.14	1.00**	1	
MARÉ	-0.56*	-0.39	-0.13	-0.20	0.87*	0.33	0.46	0.18	0.18	1

#### Estação 2

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.81*	1								
NT	1.00**	0.81*	1							
PT	0.95**	0.71*	0.95**	1						
TEMP.	0.14	0.52*	0.12	-0.15	1					
pH	-0.91**	-0.58*	-0.91**	-0.98**	0.29	1				
OD	-0.84*	-0.68*	-0.85*	-0.96**	0.26	0.93**	1			
K	-0.79*	-0.31	-0.79*	-0.74*	0.14	0.80*	0.54*	1		
SAL	-0.79*	-0.31	-0.74*	-0.79*	0.13	0.80*	0.54*	1.00**	1	
MARÉ	-0.22	.03	-0.23	-0.52*	0.85*	0.58*	0.68*	0.17	0.16	1

#### Estação 3

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.98**	1								
NT	-0.17	-0.13	1							
PT	0.99**	1.00**	-0.08	1						
TEMP.	-0.59*	-0.43	-0.07	-0.49	1					
pH	-0.71*	-0.57*	0.05	-0.62*	0.98**	1				
OD	0.49	0.44	-0.94**	0.40	-0.18	-0.33	1			
K	0.91**	0.95**	0.16	0.96**	-0.38	-0.49	0.15	1		
SAL	0.91**	0.95**	0.16	0.96**	-0.38	-0.49	0.15	1.00**	1	
MARÉ	-0.92**	-0.86*	0.51*	-0.86*	0.59*	0.73*	-0.78*	-0.68*	-0.68*	1

#### Estação 4

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.86*	1								
NT	0.82*	0.42	1							
PT	-0.43	0.07	-0.90	1						
TEMP.	-0.53*	-0.65*	-0.40	0.13	1					
pH	-0.82*	-0.42	-1.00**	0.87*	0.37	1				
OD	0.36	0.42	0.00	0.30	0.41	0.00	1			
K	0.10	0.60*	-0.50	0.80*	-0.45	0.50	0.23	1		
SAL	0.15	0.64*	-0.40	0.77*	-0.47	0.40	0.25	1.00**	1	
MARÉ	-0.25	-0.68*	0.20	-0.58*	0.72*	-0.20	0.00	-0.94**	-0.95**	1

(Tabela 10a, continuação)

**Estação 5**

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL.	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.90**	1								
NT	0.97**	0.91**	1							
PT	0.14	0.52*	0.13	1						
TEMP.	0.94**	0.83*	0.99**	-0.02	1					
pH	0.05	0.40	-0.01	0.97**	-0.17	1				
OD	0.08	0.30	0.30	0.19	0.33	-0.02	1			
K	-0.46	-0.14	-0.53*	0.75*	-0.66*	0.85*	-0.20	1		
SAL	-0.44	-0.12	-0.52*	0.76*	-0.65*	0.86*	-0.21	1.00**	1	
MARÉ	0.10	-0.30	0.12	-0.97**	0.27	-0.98**	-0.11	-0.89*	-0.89*	1

**Estação 6**

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL.	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.54*	1								
NT	0.89**	0.57*	1							
PT	0.73*	0.12	0.86**	1						
TEMP.	0.95**	0.31	0.75*	0.71*	1					
pH	-0.46	-0.86**	-0.70*	-0.33	-0.17	1				
OD	-0.74*	-0.51*	-0.86**	-0.85**	-0.66*	0.55*	1			
K	-0.54*	-0.72*	-0.73*	-0.37	-0.28	0.92**	0.40	1		
SAL	-0.56*	-0.71*	-0.74*	-0.38	-0.30	0.90**	0.40	1.00**	1	
MARÉ	0.36	-0.56*	0.35	0.73*	0.52*	0.36	-0.32	0.19	0.16	1

**Estação 7**

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL.	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.76*	1								
NT	-0.51*	-0.85*	1							
PT	-0.65*	-0.75*	0.92**	1						
TEMP.	0.49	0.00	-0.17	-0.53*	1					
pH	-0.94**	-0.93**	0.76*	0.80*	-0.34	1				
OD	0.48	0.16	0.37	0.34	-0.13	-0.27	1			
K	-0.64*	-0.01	0.30	-0.01	-0.58*	0.34	-0.72*	1		
SAL	-0.58*	-0.08	0.36	-0.05	-0.64*	0.27	-0.68*	1.00**	1	
MARÉ	0.69*	0.06	0.18	-0.15	0.72*	-0.41	0.59*	-0.98**	-0.98**	1

**Estação 8**

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL.	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.10	1								
NT	0.45	-0.25	1							
PT	-0.23	0.93**	-0.54*	1						
TEMP.	-0.43	0.76*	-0.77*	0.94**	1					
pH	0.40	0.95**	-0.04	0.78*	0.55*	1				
OD	0.55*	0.88*	0.09	0.65*	0.39	0.98**	1			
K	0.21	0.80*	0.35	0.60*	0.31	0.84*	0.83*	1		
SAL	0.26	0.71*	0.48	0.48	0.18	0.78*	0.79*	0.99**	1	
MARÉ	0.00	-0.96**	0.07	-0.88*	-0.68*	-0.90**	-0.83*	-0.91**	-0.84*	1

**Tabela 10b.** Matriz de correlação obtida entre as variáveis físicas e químicas da água e as variáveis físicas e químicas do sedimento, para o sistema estuarino de Cananéia (SP), considerando os 4 meses de amostragem.

\*  $p < 0,01$  (n=32)

	%H <sub>2</sub> O	%MO	NT	PT	TEMP.	pH	OD	K	SAL	MARÉ
%H <sub>2</sub> O	1									
%MO	0.94*	1								
NT	0.86*	0.87*	1							
PT	0.70*	0.82*	0.78*	1						
TEMP.	0.77*	0.60*	0.55*	0.30	1					
pH	0.74*	0.55*	0.50*	0.28	0.97*	1				
OD	0.63*	0.44	0.36	0.18	0.89*	0.92*	1			
K	0.13	0.18	0.27	0.30	0.14	0.26	0.16	1		
SAL	0.06	0.12	0.20	0.21	0.12	0.24	0.16	0.97*	1	
MARÉ	-0.11	-0.20	-0.16	-0.33	0.27	0.21	0.32	-0.31	-0.25	1

Para a estação 1, observa-se que existe uma alta correlação entre a percentagem de água e matéria orgânica dos sedimentos com o nitrogênio e fósforo total dos mesmos. Estas variáveis correlacionam-se, por sua vez, de forma negativa com as variáveis medidas na água (pH, OD, K e Sal). A percentagem de matéria orgânica, somente se correlaciona negativamente com duas das variáveis medidas na água (pH e OD). Na estação 2, são mantidas estas características.

Na estação 3, observa-se um alto número de variáveis correlacionadas, destacando-se a alta correlação obtida entre a %H<sub>2</sub>O e %MO com o PT. Estas 3 variáveis também se correlacionam significativamente com a condutividade, salinidade e nível de maré. O NT somente se correlaciona significativamente, de forma negativa, com o OD. Tanto a %H<sub>2</sub>O, como a %MO e o PT mantêm uma correlação significativa e negativa com o pH.

Na estação 4, somente a %H<sub>2</sub>O, NT e PT correlacionam-se com o pH medido na água, as duas primeiras variáveis de forma negativa e o PT de forma positiva. Também a %MO e o PT se correlacionaram positivamente com a salinidade e a condutividade, e negativamente com o nível de maré.

Para a estação 5, observa-se uma correlação positiva entre a %H<sub>2</sub>O e % MO com o NT dos sedimentos e a temperatura da água. Enquanto que o PT se correlacionou positivamente com o pH, salinidade e condutividade, e negativamente com o nível de maré, o NT o fez negativamente com a condutividade e salinidade.

Na estação 6, observa-se que quase a totalidade das variáveis se correlacionam entre si. As variáveis medidas no sedimento correlacionam-se negativamente com aquelas medidas na água. No caso do PT, somente se observou uma correlação significativa negativa com o OD da água, e a diferença das restantes estações, o PT correlacionou-se positivamente com o nível de maré.

Para a estação 7, a %H<sub>2</sub>O dos sedimentos correlacionou-se negativamente com quase todas as outras variáveis, exceto com a %MO e nível de maré, onde a correlação foi positiva. A %MO também se correlaciona negativamente com o NT, PT e com o pH, fato contrário ao ocorrido nas outras estações. Uma correlação positiva significativa foi observada entre o NT e PT e o pH, e no que se refere as variáveis medidas na água o OD e a temperatura se correlacionam negativamente com a salinidade e a condutividade.

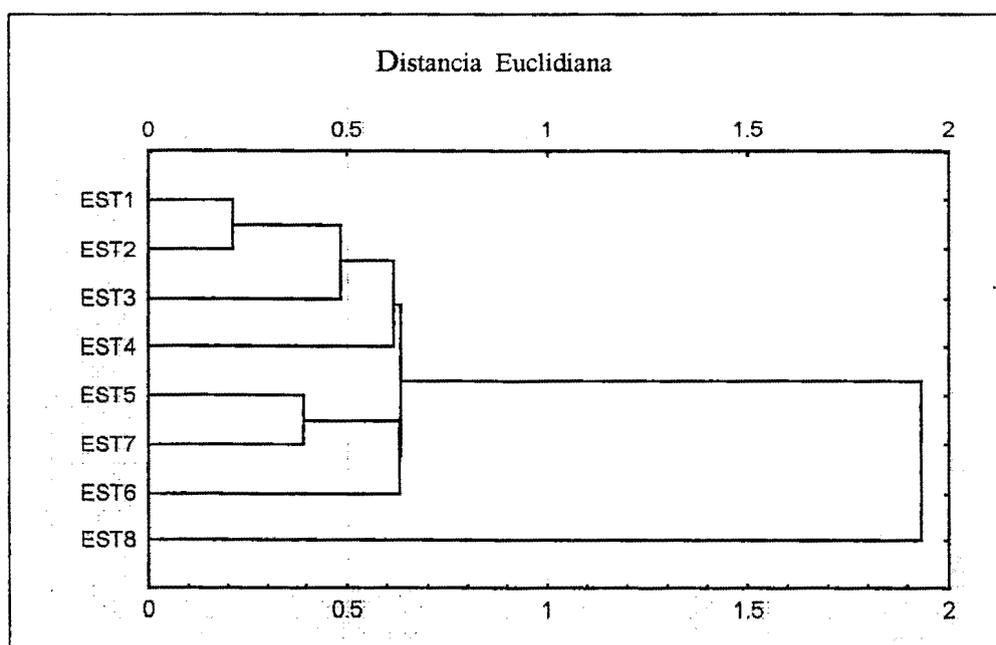
Na estação 8, a percentagem de água dos sedimentos somente se correlacionou significativamente com o OD da água. Por outro lado, nesta mesma estação a porcentagem de MO e o PT correlacionaram-se significativamente com todas as variáveis medidas na água de forma positiva, e com o nível de maré, de forma negativa.

Observando a matriz de correlação obtida, utilizando os valores das variáveis nos 4 meses de coleta, conclui-se que entre as variáveis medidas nos sedimentos, todas, exceto o PT, correlacionam-se significativamente com o pH e a temperatura medidas na água. A porcentagem de água é a única variável do sedimento que se correlaciona positivamente com o oxigênio da água. O PT

somente se correlaciona significativamente com as próprias variáveis medidas no sedimento.

### 5.3.2- Análise de similaridade entre as estações de amostragem

Utilizando-se os valores médios dos 4 meses de amostragem das variáveis anteriores, foi efetuada uma análise de similaridade (distância Euclidiana) entre as estações de coleta. De acordo com a mesma, observam-se, no gráfico de similaridade, dois agrupamentos principais; o primeiro engloba as estações 1, 2, 3 e 4, o segundo as estações 5, 6 e 7. A estação 8 praticamente não apresentou similaridade com as restantes estações (Figura 15).



**Figura 15.** Dendrograma de similaridade obtido entre os valores médios dos 4 meses de amostragem das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento, da região estuarina de Cananéia (SP).

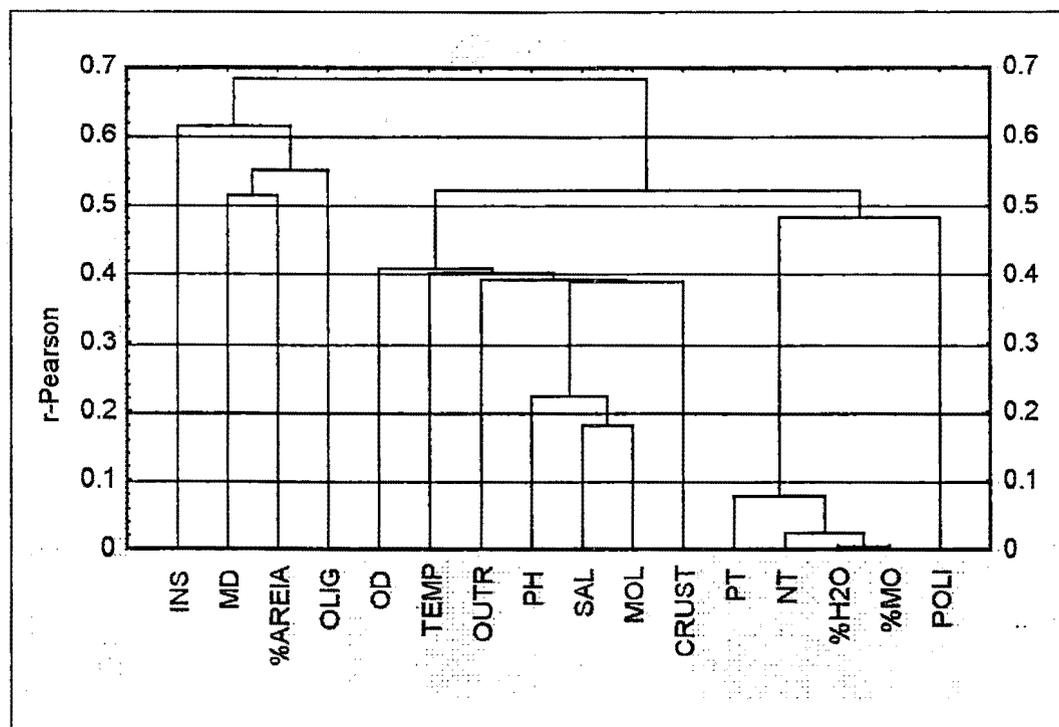
### **5.3.3- Análise de similaridade entre os táxons da fauna bentônica e as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento.**

Tal análise foi efetuada utilizando-se os valores médios da coluna vertical entre os 4 meses de amostragem das variáveis medidas no sedimento, das espécies agrupadas em táxons, e dos valores obtidos das variáveis medidas na água. Os mesmos foram transformados segundo  $\text{Log}(x+2)$ , utilizando-se para a análise, o coeficiente de regressão de Pearson. A variável potencial de óxido-redução não foi incluída na análise devido à ocorrência de valores negativos. Os valores de correlação (Tabela 11), assim como o gráfico obtido (Figura 16), permitem observar o grau de associação entre as variáveis.

Três grupos principais foram observados. No primeiro deles, associam-se os poliquetos com as variáveis medidas no sedimento. A correlação entre eles foi positiva e significativa para  $p < 0,5$ . O segundo grupo inclui os crustáceos, moluscos e "outros", associados à temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido da água. O terceiro grupo inclui as características texturais do sedimento. Insetos e oligoquetos unem-se a este grupo, mas com um baixo nível de correlação. Os oligoquetos correlacionaram-se positivamente com o tamanho de grão, e negativamente com a salinidade e temperatura. Os insetos correlacionaram-se positivamente com a percentagem de areia e, de maneira altamente significativa e negativa, com a salinidade.

**Tabela 11-** Valores de correlação obtidos entre as variáveis físicas e químicas medidas na água e no sedimento e a densidade de espécies agrupadas por principais táxons da região estuarina de Cananéia (SP) \* $p < 0,5$ ; \*\* $p < 0,05$ .

	Polychaeta	Oligochaeta	Crustacea	Mollusca	Insecta	Outros
% Areia	-0.03	-0.07	-0.53*	-0.16	0.38*	-0.52*
%MO	0.41*	0.21	0.20	-0.34*	-0.26	0.08
%H <sub>2</sub> O	0.42*	0.21	0.20	-0.33*	-0.25	0.08
NT	0.52*	0.09	0.32*	0.17	-0.43*	0.16
PT	0.52*	0.16	0.14	0.28	-0.40*	0.4
MD	0.18	0.45*	-0.67*	0.25	-0.14	0.00
Salinidade	0.48*	-0.42*	0.51*	0.82**	-0.95**	0.61*
Oxigênio d.	-0.70*	0.27	-0.25	-0.19	0.27	0.13
Temperatura	0.17	-0.37*	0.56*	0.34*	-0.55*	0.36*
pH	-0.01	-0.21	0.22	0.54*	-0.58*	0.49*



**Figura 16-** Dendrograma de similaridade obtido em base a análise de correlação, entre as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento, e a densidade de táxons, considerando as 8 estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP).

### **5.3.4- Análise de correlação entre as variáveis físicas e químicas medidas no sedimento.**

Para efetuar esta análise, foram utilizados os dados das variáveis obtidos na coluna vertical do sedimento. Tal análise foi feita através de uma matriz de correlação usando o coeficiente de Pearson. Nesta matriz, foram correlacionadas as variáveis %H<sub>2</sub>O, %MO, NT, PT e Eh. Os dados não foram logaritmizados, devido à existência de valores negativos (potencial de óxido-redução, Eh). Os dados dos quatro meses amostrados foram agrupados em um só para cada estação de coleta, obtendo-se assim um número maior de dados por estação (n= 24). Na Tabela 12, observam-se os resultados de correlação obtidos. Os valores marcados com \* foram significativos para uma probabilidade de p<0.05.

Como se pode observar na tabela, os valores de correlação entre as variáveis foram mudando dependendo das estações de amostragem. As estações 1, 3 e 6 foram as que apresentaram maior número de variáveis correlacionadas significativamente. Para todas as estações, a correlação entre porcentagem de água e matéria orgânica nos sedimentos foi significativa. Para a estação 8, estas duas variáveis foram as únicas correlacionadas significativamente.

**Tabela 12.** Matriz de correlação obtida entre os valores das variáveis físicas e químicas medidas na coluna vertical do sedimento. (% H<sub>2</sub>O; % MO; NT; PT; Eh) da região estuarina de Cananéia (SP) \* p<0,05 n=24.

Estação 1						Estação 2					
	H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh		H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh
H <sub>2</sub> O	1					H <sub>2</sub> O	1				
MO	0.91*	1				MO	0.86*	1			
NT	0.65*	0.61*	1			NT	0.35	0.29	1		
PT	0.72*	0.66*	0.95*	1		PT	0.29	0.15	0.84*	1	
Eh	0.17	0.11	0.47*	0.50*	1	Eh	0.21	0.13	-0.60*	-0.43*	1

Estação 3						Estação 4					
	H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh		H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh
H <sub>2</sub> O	1					H <sub>2</sub> O	1				
MO	0.82*	1				MO	0.73*	1			
NT	0.40	0.51*	1			NT	0.26	0.39	1		
PT	0.68*	0.78*	0.65*	1		PT	-0.14	0.37	0.27	1	
Eh	0.49*	0.44*	0.48*	0.58*	1	Eh	0.42*	0.57*	0.27	0.42*	1

Estação 5						Estação 6					
	H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh		H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh
H <sub>2</sub> O	1					H <sub>2</sub> O	1				
MO	0.49*	1				MO	0.91*	1			
NT	0.75*	0.40	1			NT	0.76*	0.74*	1		
PT	0.33	0.31	0.28	1		PT	0.65*	0.54*	0.43*	1	
Eh	0.11	-0.13	-0.16	0.32	1	Eh	-0.07	-0.15	-0.26	0.48*	1

Estação 7						Estação 8					
	H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh		H <sub>2</sub> O	MO	NT	PT	Eh
H <sub>2</sub> O	1					H <sub>2</sub> O	1				
MO	0.82*	1				MO	0.89*	1			
NT	0.30	0.10	1			NT	-0.30	-0.19	1		
PT	0.50*	0.42*	0.79*	1		PT	-0.20	-0.01	0.24	1	
Eh	0.17	0.11	0.18	0.30	1	Eh	0.10	0.13	-0.03	0.22	1

### 5.3.5- Análise de componentes principais

Esta análise foi efetuada utilizando-se dois grupos de dados: por um lado, foram utilizados os dados correspondentes a cada estação de amostragem nos 4 meses de coleta, obtendo-se assim 8 análises independentes ( $n=24$ ), uma para cada estação e, por outro, foram utilizados os dados médios da coluna vertical dos sedimentos das 8 estações em uma análise só, a fim de obter uma visão global da localização das estações no sistema de acordo às variáveis ( $n=32$ ).

As variáveis utilizadas foram aquelas medidas na coluna vertical do sedimento. Variáveis físico-químicas: MO, porcentagem de  $H_2O$  ( $H_2O$ ), NT, PT, porcentagem de Areia (Areia) e diâmetro médio de grão (Md); variáveis biológicas: densidade de crustáceos (Crust), moluscos (Moll) poliquetos (Poly), oligoquetos (Olig), insetos (Insec) e outros (Outr). Os números 1, 2, 5, 10, 15 e 20 representam os diferentes estratos de amostragem na coluna vertical (Ex. 1: 0-1cm; 2: 1-2cm; 5: 2-5 cm etc.)

Na Tabela 13a, apresentam-se os valores de correlação obtidos a partir da análise com as 8 estações de amostragem em conjunto ( $n=32$ ) e, na Tabela 13b, apresentam-se os valores de correlação obtidos para cada uma das estações de forma independente ( $n=24$ ). Apresentam-se somente os valores de correlação significativos para  $p<0,05$ .

**Tabela 13a.** Valores de correlação obtidos entre as variáveis físicas, químicas e biológicas para o total das estações amostradas na região estuarina de Cananéia (SP).  $p<0,05$  ( $n=32$ ).

	Crust	Moll	Poly	Olig	NT
Poly	0.53	0.52	-	-	-
Insec	-	-	-0.43	0.34	-0.46
Outr	-	0.47	-	-	-
Areia	-	-	-0.32	-	-

**Tabela 13b-** Valores de correlação obtidos entre as variáveis físicas químicas e biológicas para cada uma das estações de amostragem da região estuarina de Cananéia (SP). Apresentam-se somente os valores significativos para  $p < 0,05$  ( $n=24$ )

	Crust	Moll	Poly	Olig	Insec	Outr	MO	NT	PT	H2O	Arcia	Md
<b>Est.1</b>												
Poly	-	0.5	-	-	-	-	-	0.57	0.61	-	-0.67	-
H <sub>2</sub> O	-0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arcia	-	-0.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Est.2</b>												
Poly	0.64	0.58	-	0.44	-	0.50	-	-	-	-	0.41	-
MO	-	-	-	-	-	0.64	-	-	-	-	-	-
H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	0.44	-	-	-	-	-	-
Md	-0.50	-0.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Est.3</b>												
Poly	0.74	-	-	-	-	-	-	-	0.44	-	-	-
Olig	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-0.44	-0.41
<b>Est 4</b>												
Moll	0.41	-	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.44
Poly	-	-	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
Olig	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-0.44	-0.41
<b>Est 5</b>												
Moll	0.70	-	0.62	0.53	-	0.72	-	-	0.58	-	0.55	0.61
Crust	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.52
Poly	0.52	0.62	-	0.80	-	0.67	-	-	0.45	-	0.46	0.52
Olig	-	0.53	0.80	-	-	-	-	-	-	-	0.54	0.58
Outr	-	0.72	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45
<b>Est 6</b>												
Moll	-	-	0.48	-	-	0.64	-	-	0.66	-	-0.56	-0.46
Crust	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.46	-
Poly	-	-	-	-	-	0.49	-	-	-	-	-0.69	-0.51
Olig	-	-	-	-	-	0.69	0.55	0.64	0.51	0.64	-	-
Outr	-	-	-	-	-	-	0.44	-	-	0.51	-0.46	-
<b>Est 7</b>												
Moll	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.48
Poly	-	-	-	-	-	0.54	0.53	-	-	-	-0.47	-
<b>Est 8</b>												
Crust	-	-	-	-	0.42	-	-	-	-	-	-	-
Poly	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	-	-	-
Insec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.47	-

Na análise de componentes principais, elaborada com base nas 8 estações de amostragem, observou-se que a variância explicada pelos eixos foi alta, totalizando o 67,1% entre os três eixos (Eixo 1: 34,7%; 2: 20,4%; 3: 12,0%). O eixo 1 representou positivamente a composição química dos sedimentos, e negativamente, a textura granulométrica dos mesmos. O eixo 2 representou positivamente a densidade da fauna macrobentônica, e, negativamente o tamanho de grão dos sedimentos. Por último, o eixo 3 representou a densidade da fauna bentônica límnic, já que se correlacionou positivamente com oligoquetos e insetos.

Foram observados 5 agrupamentos principais, tanto considerando os eixos 1 e 2 como os eixos 1 e 3 (Figuras 17 a e b). O primeiro grupo compreende os quatro meses de amostragem da estação 3 e, o segundo, a estação 1 de fevereiro e novembro e a estação 2. Ambos grupos localizam-se sobre o eixo 1 positivo, correlacionando-se com as características químicas dos sedimentos. O terceiro grupo compreende as estações localizadas na Baía de Trapandé, e situa-se, praticamente, na sua totalidade no quadrante positivo direito correlacionando-se com a textura granulométrica e a densidade de espécies. O quarto grupo reúne os diferentes meses de amostragem para a estação 4, correlacionando-se com o tamanho de grão e, por último, o quinto grupo que abarca a estações 8, localizando-se no quadrante inferior esquerdo, correlacionando-se com as espécies de características límnicas.

Na análise de componentes principais efetuada para cada estação de forma independente, com as variáveis dos estratos da coluna vertical de sedimento, observou-se também que a variância explicada pelos eixos foi no geral boa, variando de 47,2% na estação 8 até 67,2% na estação 6. Para explicar os resultados destas análises foram utilizados somente os eixos 1 e 2, já que o terceiro eixo não explicava uma percentagem elevada da variância.

Na estação 1, o eixo 1 explicou 36,6 % da variância, representando no quadrante positivo as populações de poliquetos, e no negativo principalmente

as características químicas dos sedimentos quanto à concentração de nutrientes. O eixo 2 explicou 19,7% da variância e representou do lado positivo as populações de crustáceos e moluscos, e do lado negativo as características texturais do sedimento.

Na Figura 18a, observa-se que foram formados 4 agrupamentos. O primeiro abarca os estratos de profundidade de 0-5 cm dos meses de fevereiro e novembro, localizando-se sobre o eixo 1 negativo. O segundo grupo correlaciona-se positivamente com o eixo 2, e o terceiro com o eixo 1 representante das populações de poliquetos. Por último, o grupo 4, o qual abarca os estratos de 10 até 20 cm dos meses de fevereiro e novembro, localiza-se no quadrante inferior direito, correlacionando-se com a textura granulométrica dos sedimentos.

Para a estação 2, a variância explicada pelos eixos 1 e 2 alcançou 53,9%. O eixo 1 (36,6%) representou do lado positivo à comunidade macrobentônica, enquanto que do lado negativo representou a textura granulométrica. O eixo 2 (19,7%) representou basicamente as características químicas do sedimento. Nesta estações, foram observados 5 grupos principais (Figura 18b). O primeiro representa os estratos de 0-5 cm para o mês de novembro, localizando-se no quadrante superior direito. O segundo localiza-se no quadrante inferior direito e representa os estratos de 0-5 cm do meses de fevereiro, maio e o estrato de 2-5 cm de agosto; os estratos de 0 até 2 cm do mês de agosto formam o terceiro grupo. O quarto grupo representa os estratos mais profundos de amostragem no mês de fevereiro, e localizam-se no quadrante superior esquerdo, e, por último, o quinto grupo representando os estratos restantes e meses, localiza-se sobre o eixo 1 negativo, correlacionando-se com a textura granulométrica.

Para a estação 3, os eixos explicaram 52,6 % da variância, representando o eixo 1 (34,7%), do lado positivo, a textura granulométrica, e do negativo as características químicas dos sedimentos conjuntamente com a

ocorrência de oligoquetos. O eixo 2 (17,9%) representou as populações de crustáceos e poliquetos. Foram observados nesta oportunidade 3 grandes agrupamentos (Figura 18c). Por um lado agrupam-se os estratos de maiores profundidades (10-20 cm) de acordo com a textura granulométrica, formando dois dos grupos mencionados e, por outro, o agrupamento baseia-se nas características químicas do sedimento, abarcando os estratos superiores de sedimentos.

Para a estação 4, a variância explicada pelos eixos alcançou 51,8%. O eixo 1 explicou 37,4% da variância, e representou positivamente a comunidade macrobentônica e negativamente a textura do sedimento. O eixo 2 (14,4%) representou positivamente as características químicas do sedimento. De forma negativa, não foram observadas correlações significativas. Como se observa na Figura 18d, foram formados 4 grupos principais. O primeiro, localizado sobre o eixo 1, representa os estratos superiores de sedimentos (0 até 2 cm) de todos os meses amostrados, exceto pelo estrato de 1 até 2 cm do mês de fevereiro, o qual se isola localizado-se no quadrante inferior do lado esquerdo do gráfico. O segundo grupo representa os estratos de 2 até 10 cm, localizado sobre o eixo 2, e o terceiro grupo representa os estratos mais profundos da coluna de sedimento, localizado sobre o eixo 1 no quadrante negativo, correlacionando-se com a textura granulométrica.

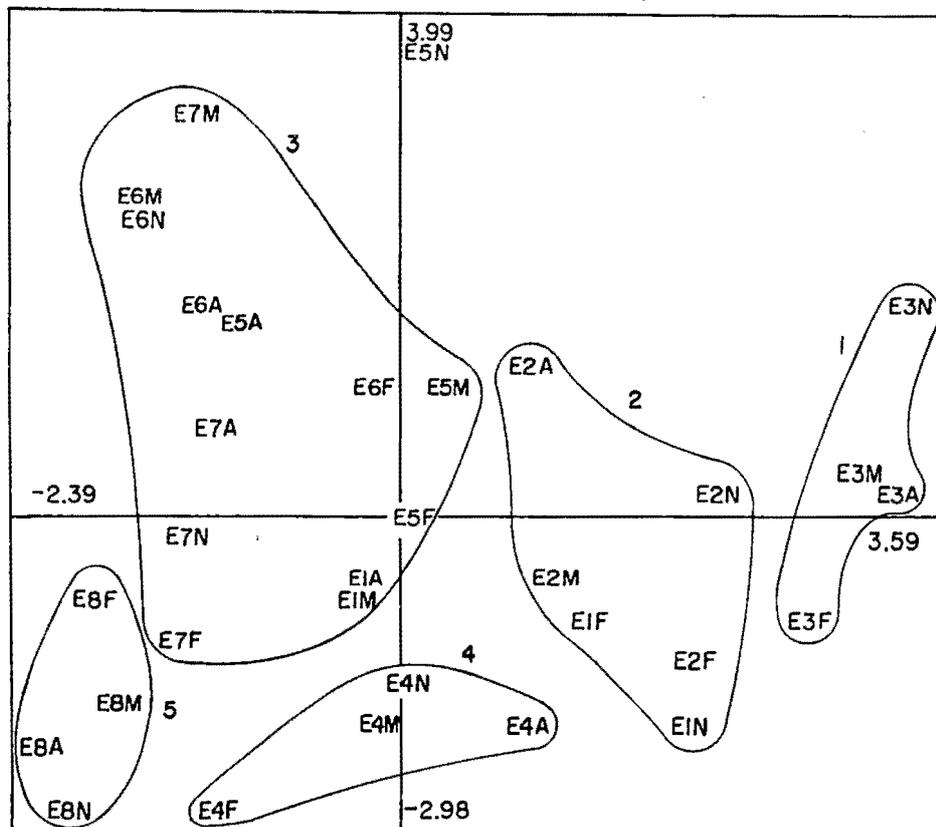
Para a estação 5, a variância explicada pelos eixos 1 e 2 foi maior, 64%. O eixo 1 (44,3%) representou positivamente, tanto a composição da fauna macrobentônica, quanto a textura do sedimento, não se observando correlações negativas neste eixo, e o eixo 2 (19,7%) representou no quadrante negativo, a composição química dos sedimentos. Nesta oportunidade, foram observados 4 grupos (Figura 19a). O primeiro correlacionado, tanto com o eixo 1 positivo, quanto com o eixo 2 negativo, representando os estratos de 0 até 5 cm de profundidade de sedimento, do mês de novembro. O segundo grupo representa os estratos superiores do sedimento dos meses restantes. O terceiro grupo

localiza-se no quadrante positivo esquerdo, representando o mês de agosto desde a profundidade de 5 cm até os 20 cm e, por último, o grupo 4 que representa os estratos mais profundos de amostragem, correlacionando-se com as características químicas do sedimento.

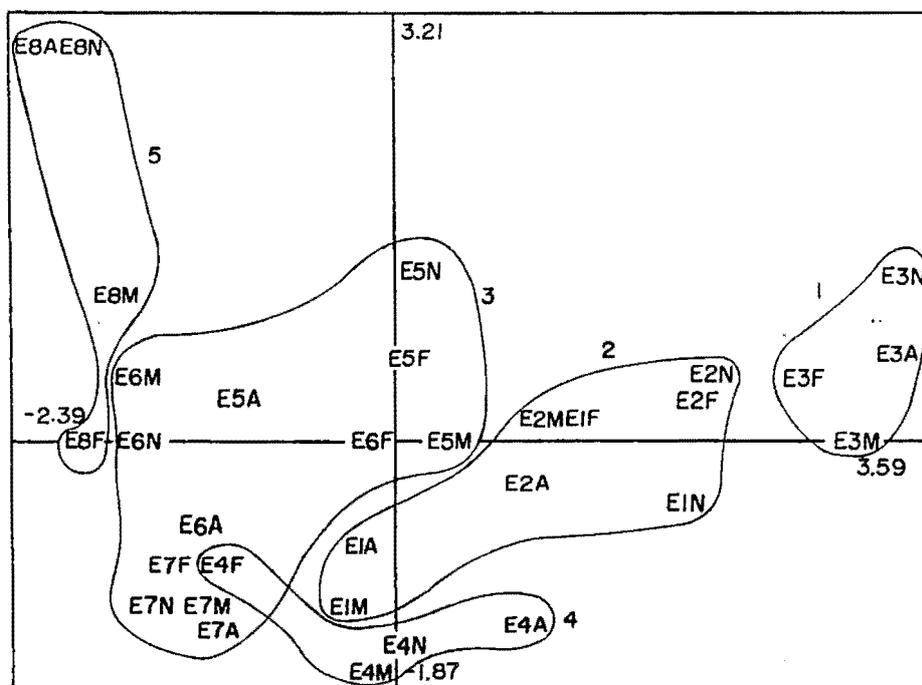
Na estação 6, a variância explicada pelos eixos foi maior que nas estações restantes, alcançando 67,2 %. O eixo 1 explicou 45,6% da variância. Este eixo representou de maneira positiva, tanto a comunidade macrobêntica, quanto as características químicas dos sedimentos e, de maneira negativa, a textura granulométrica. O eixo 2 (21,6%) representou positivamente a densidade de crustáceos e, de maneira negativa, a concentração de nitrogênio total dos sedimentos. Quatro grupos foram observados (Figura 19b): o primeiro abarca os estratos de 0-1 cm dos meses de agosto e maio, e o segundo, o qual se situa oposto a este, os estratos de 0 até 5 cm do mês de fevereiro. O estrato de 0-1 cm do mês de novembro isola-se próximo ao eixo 1. O terceiro grupo compreende os estratos de 2 até 5 cm dos meses de maio, agosto e novembro, correlacionando-se com a densidade de crustáceos e, por último, o grupo 4 que compreende os estratos mais profundos de amostragem, localizando-se sobre o eixo representante do nitrogênio total.

Para a estação 7, a variância explicada foi de 52,2%. O eixo 1 (33,3%) representou positivamente as características químicas dos sedimentos e, negativamente, a textura dos mesmos. O eixo 2 (18,9%) correlacionou-se negativamente com a densidade de crustáceos e oligoquetos. Nesta oportunidade, foram observados 3 grupos principais. Os estratos de 5 e 10 cm do mês maio localizaram-se isoladamente dos restantes. O grupo 1 abarcou os estratos superiores do mês de fevereiro e o estrato de 0-1 cm do mês de agosto, e o segundo, os estratos superiores dos meses de maio, agosto e novembro, localizando-se sobre o eixo 1. Os estratos mais profundos de amostragem localizaram-se sobre o eixo 1, correlacionando-se com a textura granulométrica dos sedimentos (Figura 19c).

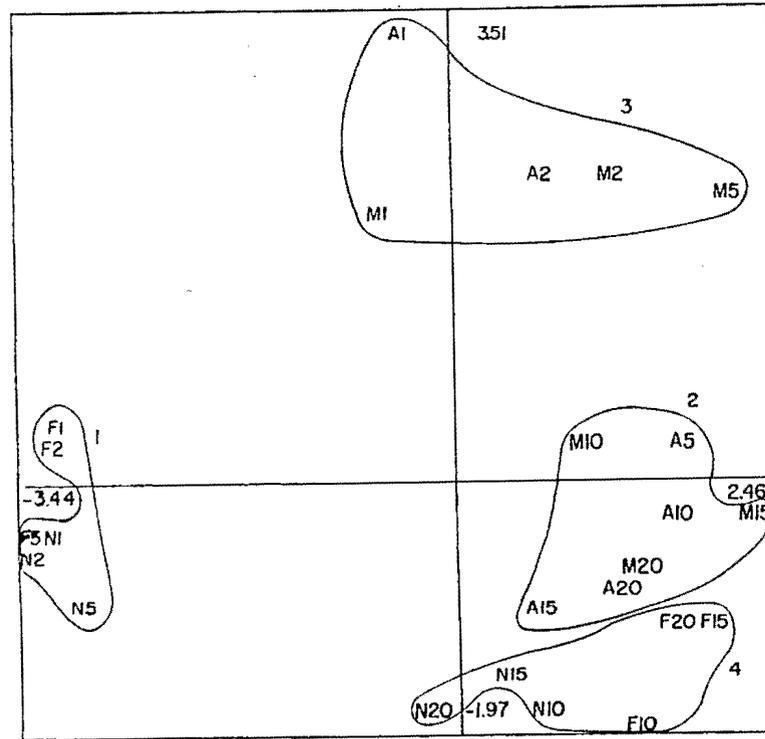
Para a estação 8, a variância explicada pelos eixos 1 e 2 foi baixa, em relação às outras estações alcançando o 47,2%. O eixo 1 (30,4%) representou positivamente a densidade de crustáceos e insetos e, negativamente, a compactação dos sedimentos assim como a textura dos mesmos e a concentração de matéria orgânica. O eixo 2 (16,8%) representou positivamente a densidade de poliquetos e, negativamente, a concentração de nitrogênio total. Nesta oportunidade, o agrupamento das estações não foi tão claro quanto nas restantes, encontrando-se basicamente 3 grupos. O primeiro abarca os estratos de 0 até 2 cm de profundidade com exceção do primeiro centímetro de amostragem dos meses de agosto e novembro, os quais se localizam independentemente. O segundo grupo chega a se sobrepor ao terceiro, abarcando os estratos mais profundos de amostragem. Este dois grupos localizam-se sobre o eixo 1 correlacionando-se negativamente com o mesmo (Figura 19d).



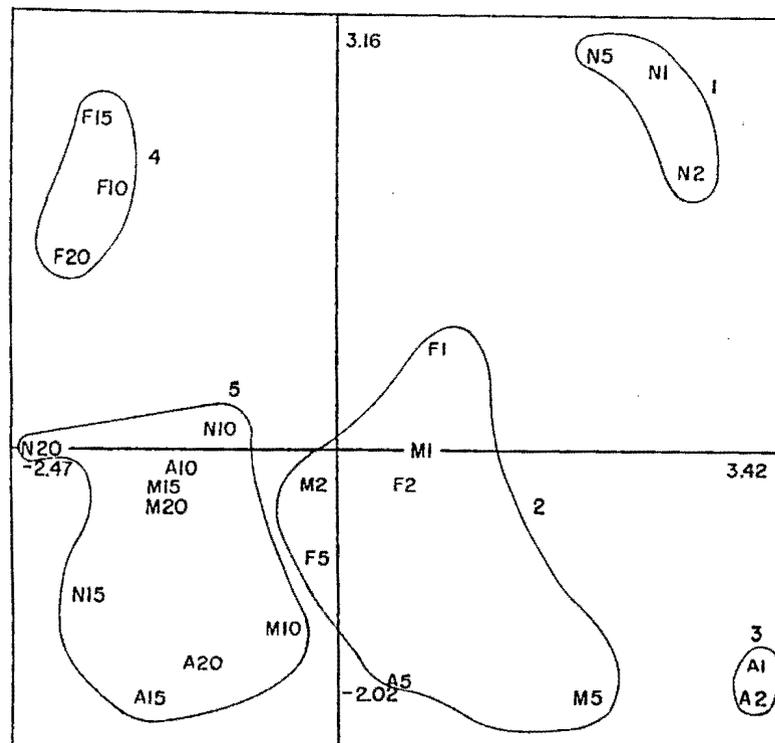
**Figura 17a-** Distribuição das estações de amostragem de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas medidas no sedimento, e as respectivas densidades dos táxons, sobre os eixos 1 e 2 (34,0% e 20,4% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



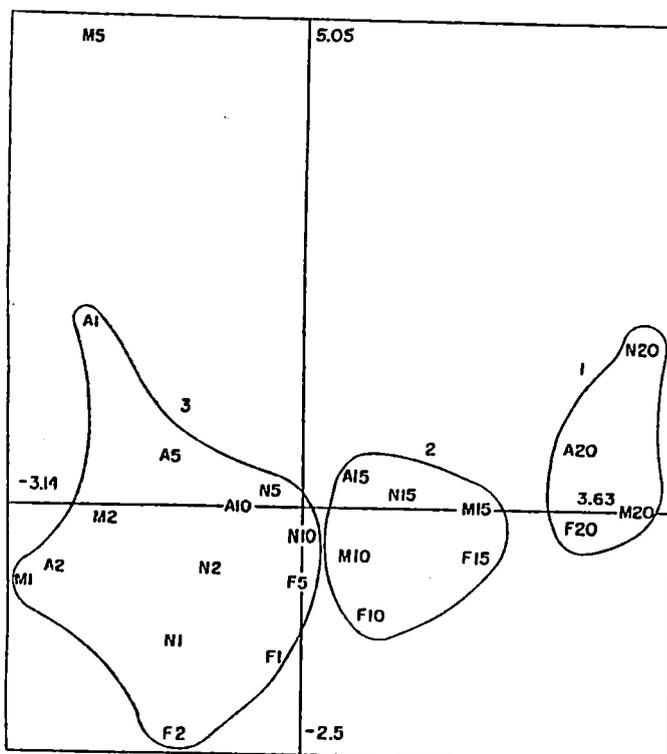
**Figura 17b-** Distribuição das estações de amostragem de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas medidas no sedimento, e as respectivas densidades dos táxons, sobre os eixos 1 e 3 (34,0% e 12,0% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



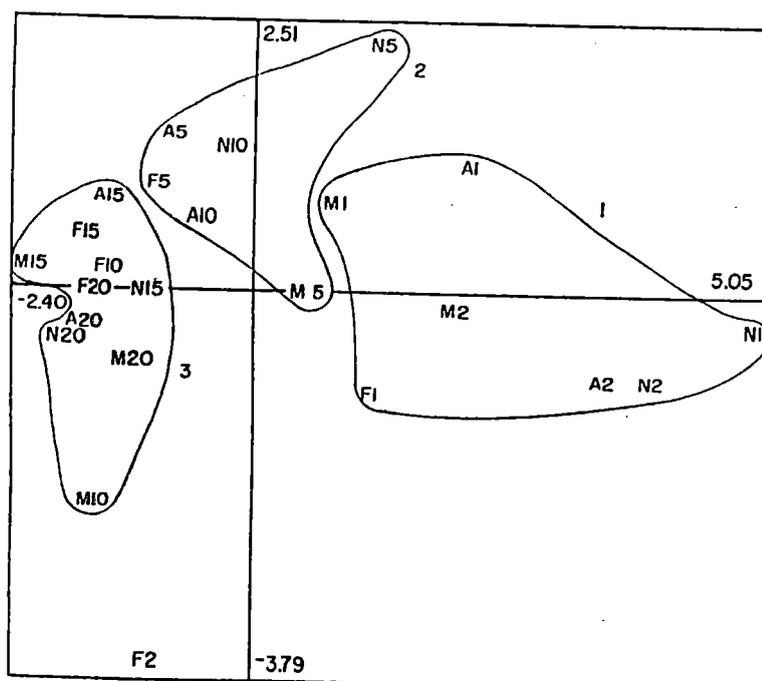
**Figura 18a-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 1, sobre os eixos 1 e 2 (36,6% e 19,7% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



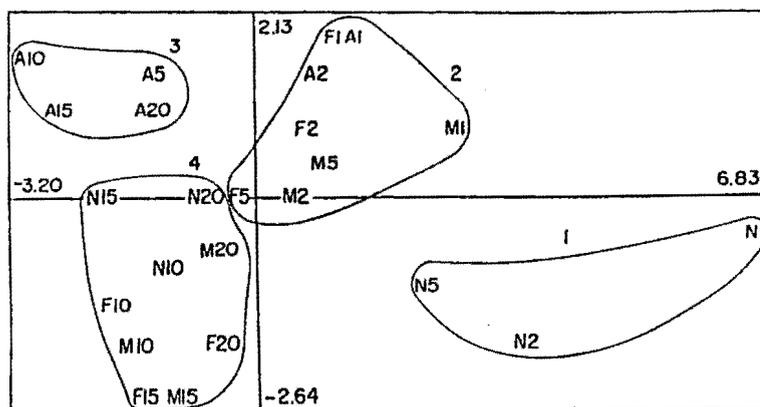
**Figura 18b-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 2, sobre os eixos 1 e 2 (29,9% e 24,0% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



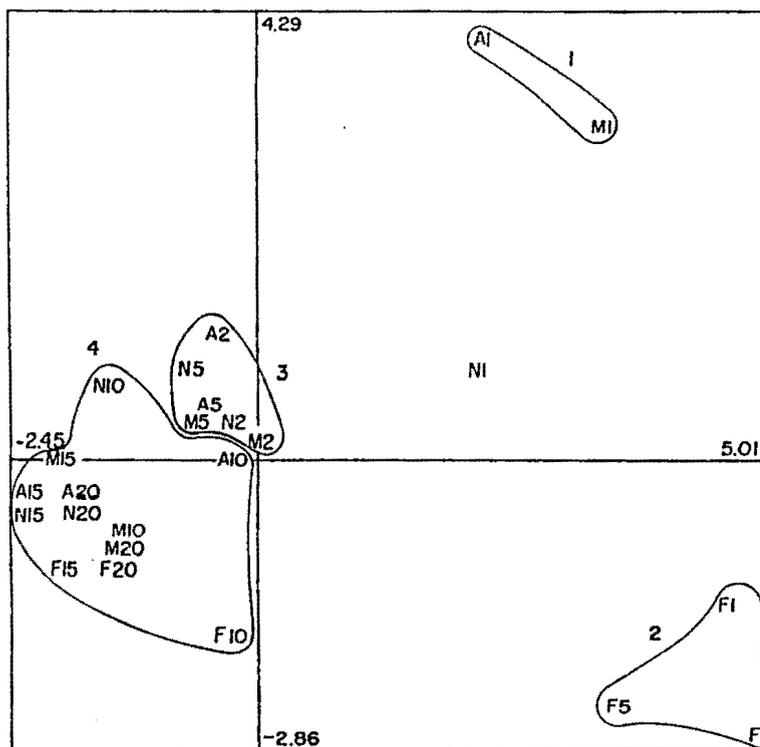
**Figura 18c-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 3, sobre os eixos 1 e 2 (34,7% e 17,9% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



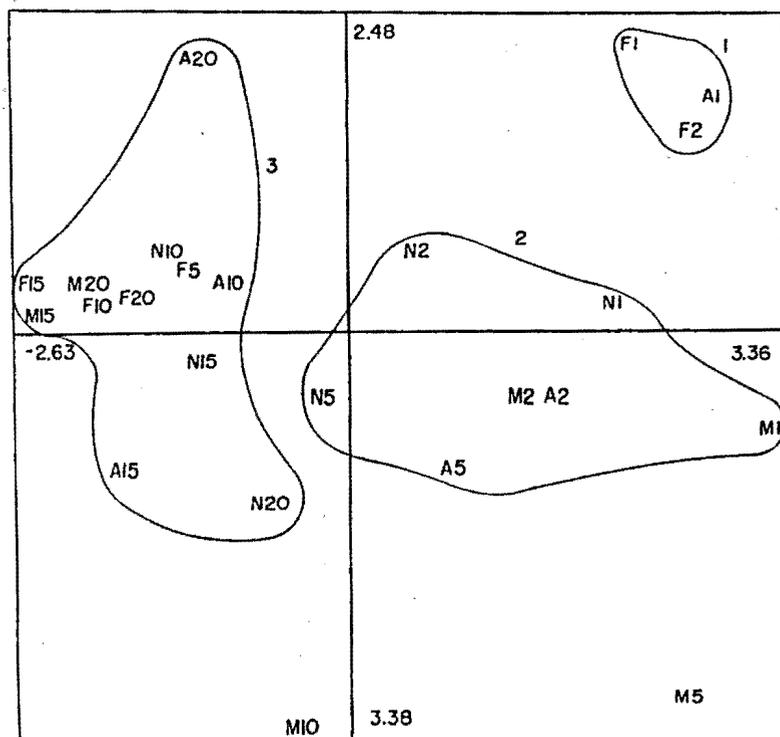
**Figura 18d-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 4, sobre os eixos 1 e 2 (37,4% e 14,4% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



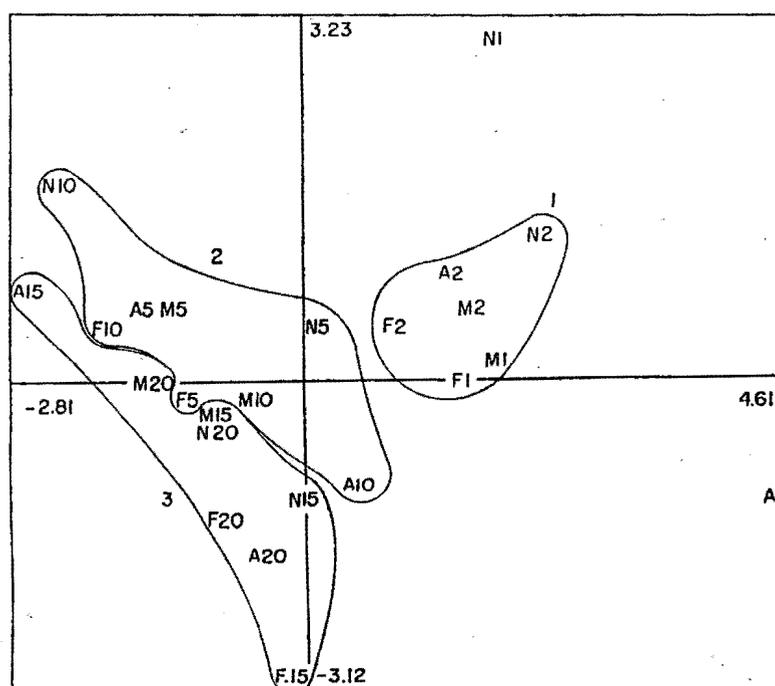
**Figura 19a-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 5, sobre os eixos 1 e 2 (44,3% e 19,7% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



**Figura 19b-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 6, sobre os eixos 1 e 2 (45,6% e 21,6% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



**Figura 19c-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 7, sobre os eixos 1 e 2 (33,3% e 18,9% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).



**Figura 19d-** Distribuição dos estratos amostrados da coluna vertical de sedimento, de acordo com as correlações obtidas entre as variáveis físicas e químicas, e as respectivas densidades de táxons, medidos nos sedimento, para a estação 8, sobre os eixos 1 e 2 (30,4% e 16,8% de variância respectivamente), no sistema estuarino de Cananéia (SP).

## **6- DISCUSSÃO**

### **6.1- Características ambientais**

#### **6.1.1- Características físicas e químicas da água**

Com base nos resultados obtidos, constata-se a grande influência que a força do oceano exerce na região estudada. Assim, por exemplo, as estações localizadas próximas à Baía de Trapandé (5 e 7) e a estação localizada na própria baía (estação 6) caracterizam-se por possuir os mais altos valores de condutividade e salinidade registrados durante o período em estudo, fato decorrente da proximidade com o oceano. Já a estação 8, apesar de sofrer o efeito da maré, apresentou características próximas às límnicas, no que se refere à salinidade. Nas estações restantes, observa-se o efeito direto da força da maré, fato que se constata pelas amplitudes de variação da salinidade e condutividade observadas nas mesmas.

O ambiente estuarino, segundo Mc LUSKY (1989), caracteriza-se por possuir uma contínua mistura de água salgada com a água doce. A água do mar se dilui dentro do estuário, e os padrões de diluição variam de estuário para estuário, dependendo do volume de água doce, da amplitude da maré e dos valores de evaporação no mesmo. A salinidade dos estuários está compreendida entre os 0,5 ‰ e 35 ‰, e é denominada de mixohalina.

Considerando-se os valores de salinidade registrados, o ambiente estudado pode ser denominado de mixohalino, incluindo a estação 8, que

apesar de apresentar salinidade baixa com características oligohalinas (0,5 a 5 ‰), em certos períodos atingiu 10,4 ‰.

Os valores de pH foram, em geral, mais elevados nas regiões abertas do sistema (estações 3, 4, 5, 6 e 7) e menores no rios. Isto pode estar relacionado com a salinidade, devido ao fato de que foi estabelecida uma correlação positiva significativa entre ambas as variáveis na maioria das estações de amostragem. Os menores valores de pH medidos nos rios, também, podem estar relacionados à presença de ácido húmicos formados pela decomposição da vegetação circundante aos mesmos. KATO (1950, 1966) encontrou para o Rio Nóbrega valores de pH que vão aumentando desde a nascente do rio até a desembocadura do mesmo. Este autor atribui os baixos valores desta variável na região interna dos rios, tanto no nível horizontal, quanto na coluna da água, à presença de ácidos orgânicos (ex. ácido tânico) produzidos nos mangues, e a condição redutora próxima à interface água-sedimento ocasionado pela decomposição bacteriana dos materiais orgânicos ali depositados. A baixa concentração de oxigênio dissolvido, também é explicada por este autor em função do processo de decomposição bacteriana que ocorre nestes sistemas, e por MIYAO *et. al* (1986) devido à presença de material orgânico carregado pelos rios.

No presente trabalho, pode-se observar que nas regiões com máximas concentrações de matéria orgânica no sedimento, a concentração de oxigênio dissolvido na água é menor, encontrando-se para várias das estações de amostragem uma correlação negativa significativa entre estas variáveis (Ex. estações 1 e 2). Na estação 4, onde a concentração de matéria orgânica é elevada, mas onde não foi observada correlação significativa com o oxigênio dissolvido, pode-se inferir que outros aspectos como a baixa profundidade do local conjuntamente com o regime de correnteza e de ventos estejam afetando esta relação.

DAY *et. al* (1989) estudando as características químicas de 3 regiões estuarinas (EUA e México), concluíram que alguns padrões espaciais e temporais dos estuários mudavam consideravelmente em períodos de 24 horas. Muitas destas mudanças deviam-se às forças físicas: alterações nas massas d'água provocadas pelas marés e, em outros casos, como as variações nas concentrações do oxigênio, estas se deviam à atividade biológica. Os níveis de oxigênio, segundo os autores, são geralmente baixos em regiões do estuário com baixa salinidade, fato que se deve, em parte, a alta taxa de consumo de oxigênio pelas comunidades bióticas.

Neste trabalho, somente foi observada correlação significativa entre o oxigênio e a salinidade na estação 7 (negativa), e nas estações 2 e 8 (positiva). Em função das análises terem sido efetuadas com os quatro meses em conjunto, poder-se-ia explicar a correlação positiva entre as variáveis na estação 8, ao fato de que as amostras foram coletadas, na maioria das vezes, durante a maré crescente. As águas que penetram no estuário, provenientes do oceano, são mais densas devido à salinidade, e mais oxigenadas, avançando nos estuários por baixo da camada de água doce, deslocando-a para o interior do sistema. Na estação 2, as amostras também foram coletadas no período em que a água do oceano estava entrando, levando a uma maior concentração de oxigênio. No caso da estação 7, poder-se-ia explicar a correlação negativa entre a salinidade e o oxigênio, pelo fato de que duas, das quatro amostragens, foram efetuadas na maré crescente e duas na vazante. Talvez, durante a vazante, as águas comportem uma menor concentração de oxigênio dissolvido, já que são águas provenientes do rio adentro e com menor salinidade. A correlação negativa pode ser devida ao efeito do encontro das águas na desembocadura do Rio Perequê (estação 7), isto é, águas com alta salinidade provenientes do oceano e águas com baixo conteúdo de oxigênio dissolvido provenientes do rio.

A correlação da temperatura com o resto das variáveis foi mudando dependendo da estação e da época de amostragem, mas é importante destacar que, na maioria das estações, observou-se uma correlação positiva entre esta e o nível de maré, e negativa com a salinidade e a condutividade. As massas de água, provenientes do oceano, além de serem mais densas e salgadas, são também correntes de água mais frias, fato que provoca este tipo de correlação, significativa nas estações 5 e 7 onde a influência do oceano é grande.

### **6.1.2- Características físicas e químicas do sedimento**

#### *Porcentagem de água, matéria orgânica e textura dos sedimentos*

Segundo BARNES (1984), os estuários tendem a ser regiões onde os sedimentos finos se acumulam; por tal motivo, a maioria deles tende a possuir sedimentos lodosos. Tais materiais provêm, tanto dos rios, como do oceano e, dependendo da força dos provedores, a proporção dos materiais depositados será diferente. A deposição dos materiais dentro dos estuários é controlada pela velocidade das correntes e, também, pelo próprio tamanho das partículas de sedimentos. Por tal motivo, segundo este autor, não se pode generalizar a respeito das características sedimentares dos estuários.

Na região estudada, foram encontrados sedimentos com textura granulométrica de areia fina, que possuíam, em muitos casos, altas concentrações de matéria orgânica. Somente na estação 3, foram encontrados sedimentos de areia grossa e muito grossa, devido, possivelmente, às características de costão rochoso da margem onde foi feita a coleta, e também ao sistema de circulação das águas, que, nesta área, deve impedir a deposição de sedimentos finos.

A concentração de matéria orgânica foi alta, principalmente nas estações 1 e 2 (Rio Nobrega) e 4. Nestas estações, a vegetação de mangue deve aportar altas concentrações de detritos, os quais vão se integrando ao sedimento. A concentração desta variável foi significativamente mais elevada no período de chuva, nas estações 1 e 2 (fevereiro e novembro), pelo qual se pode estabelecer uma relação direta entre estes fatos. As chuvas carregam o material orgânico dos mangues para os rios, elevando a concentração de matéria orgânica nos sedimentos nestes períodos.

SHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN-MOLERO (1990) encontraram valores de 11,13 % de matéria orgânica para a região de mangue do Rio Nobrega. Tais valores aproximam-se aos encontrados neste estudo, de 9,22 % e 10,21 % para o mesmo rio (valores médios entre os 4 meses de amostragem nas estações 1 e 2).

A estação 4 apresentou o maior valor médio de matéria orgânica (18,04 %), fato decorrente da influência do mangue próximo ao campo de *Spartina* onde foram coletadas as amostras. É de supor que, durante a vazante de baixa-mar, o material orgânico proveniente do mangue seja transportado até o campo de *Spartina*, onde é, em parte, retido pela vegetação e incorporado aos sedimentos, produzindo-se maior acúmulo de matéria orgânica nesta área. Na estação 5, onde também se encontra um campo de *Spartina*, o mesmo processo não estaria ocorrendo pelo fato de não existir vegetação de mangue nas proximidades, como ocorre com a estação 4. Também o efeito das correntes produzidas pela maré, o tamanho de grão dos sedimentos e a maior porcentagem de areia que compõe os mesmos, fariam com que o acúmulo de matéria orgânica nesta área seja menor.

Fato contrário ao da estação 4 observa-se na estação 6 e 7. Nestes locais, a intensa ação das ondas, provocada pelas correntes através da barra de Cananéia, como também a ação eólica e a maré devem estar impedindo que ocorra uma abundante deposição da matéria orgânica nos sedimentos. A



concentração de matéria orgânica manteve-se praticamente invariável na coluna de sedimento, observando-se as maiores flutuações somente nos primeiros centímetros próximos à superfície. Também não foram observadas grandes mudanças na concentração com o transcurso dos meses de amostragem. A hidrodinâmica do sistema deve, portanto, estar exercendo um efeito constante, provocando estabilidade nas características físicas da área.

A estação 8, apesar de se localizar num rio, cujas margens possui uma intensa vegetação, não apresentou altas concentrações de matéria orgânica. Neste caso, observaram-se nas amostras, camadas foliares sem decompor, misturadas com camadas de areia branca. É de se supor que uma maior quantidade de matéria orgânica poderia se depositar no leito médio do rio.

Para a região da Baía de Trapandé, MAGLIOCCA & KUTNER (1964) encontraram concentrações de matéria orgânica compreendidas entre 3,00 e 3,50 %. O valor médio obtido neste estudo para esta região foi de 3,14 % e da área de *Spartina* (estação 5), também localizada na Baía, de 4,00 %. Para esta última estação, SHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN-MOLERO (1990) encontraram valores mais altos de concentração de matéria orgânica (17,85 %).

Na maioria das estações amostradas, observou-se uma correlação positiva significativa entre o conteúdo de água e a concentração de MO nos sedimentos, tanto na análise de regressão efetuada para cada mês, como na análise de correlação considerando os 4 meses em conjunto. As maiores concentrações de ambas variáveis foram observadas, em geral, nos estratos superiores de sedimento. DAUER *et al.* (1987) concluíram num estudo realizado na Baía de Chesapeake (EEUU) que a concentração de matéria orgânica diminuía com o incremento da profundidade na coluna de sedimento. FLINT & KALKE (1986) encontraram este mesmo padrão de distribuição, mas o mesmo não se mantinha no transcurso do tempo, verificando-se aumento da concentração da matéria orgânica nos sedimentos mais profundos

do estrato amostrado de um ano para outro, como consequência da diferença na distribuição e na atividade da fauna macrobentônica. RHOADS & YOUNG (1970), analisando o conteúdo de água na coluna vertical dos sedimentos (Baía de Buzzards, Massachusetts, EUA), também encontraram porcentagens superiores a 70 % no sedimento superficial e de 50 % nos sedimentos mais profundos do mesmo estrato amostrado. Tal fato refletia-se no incremento da compactação dos sedimentos com o aumento da profundidade.

Nas análises efetuadas na região de Cananéia, observou-se também nas amostras, o incremento da compactação do sedimento com o aumento da profundidade em consequência da diminuição da percentagem de água nos sedimentos.

Em algumas das amostras, detectou-se uma maior concentração de água nos estratos mais profundos da coluna de sedimento, como ocorreu no mês de agosto na estação 3 e no mês de fevereiro na estação 5. Este fato pode estar relacionado à própria textura grossa de sedimentos, da estação 3, que faz com que os interstícios entre os grãos de areia sejam maiores, podendo acumular uma percentagem de água diferente para cada estrato. Na estação 5, a grande quantidade de raízes de *Spartina*, observadas nas amostras, poderia ter influenciado, tanto na percentagem de água, quanto na de matéria orgânica dos sedimentos. Em muitas das estações, houve variações da percentagem de água na coluna de sedimento, não se observando, contudo, uma diminuição constante desta variável com o aumento da profundidade. A irregularidade nas proporções de areia e silte, principalmente, nos três primeiros estratos de amostragem (0 até 5 cm), poderia afetar o comportamento das variáveis estudadas nos mesmos. Tal fato também estaria relacionado com a densidade da fauna bentônica, a qual, como se observou nos resultados, foi mais abundante nestes estratos.

Nas estações 6 e 7, foram verificadas as menores variações na percentagem de água, entre os meses de amostragens, podendo-se

correlacionar este fato com a textura do sedimento, a qual foi relativamente uniforme na coluna vertical, se comparada com as outras estações de amostragem. Segundo FLACH & HEIP (1996), o padrão de distribuição homogêneo do tamanho de grão dos sedimentos na coluna vertical, sugere uma constante mistura por efeito da bioturbação.

RHOADS & YOUNG (1970) ressaltam que a composição física e química dos sedimentos é amplamente modificada pela atividade biológica. O conteúdo de água nos sedimentos superficiais reflete amplamente o grau de bioturbação dos mesmos. Segundo os autores, nas regiões onde se encontram espécies de bivalves filtradores, o conteúdo de água no sedimento superficial é maior que naqueles onde as mesmas espécies não ocorrem.

RHOADS (1974) relaciona a variação do conteúdo de água nos sedimentos com os períodos de baixa temperatura da água e a atividade da macrofauna. Em épocas de baixas temperaturas, a atividade das espécies diminui e, portanto, segundo o autor, fazem com que o transporte de água nos sedimentos seja menor. BALZER *et al.* (1987), estudando os processos de intercâmbio entre água e sedimento na Baía de Kiel (Alemanha), concluíram que, além das correntes e da agitação, provocadas pelas ondas sobre o sedimento, observa-se um grande intercâmbio de água através do sedimento, regido pelas flutuações de salinidade. Estas flutuações provocam mudanças na densidade do fundo, deslocando a água intersticial contida no sedimentos (água de menor salinidade) pelo efeito de gravidade. Este processo, segundo os autores, parece ser mínimo no verão. O processo de intercâmbio de água entre a coluna d'água propriamente dita e os sedimentos é relativamente lento, contudo, demasiado rápido como para estar ocorrendo somente devido à difusão. Portanto, eles concluem que o intercâmbio de água pode estar suportado pelas estruturas criadas pelos organismos macrobentônicos os quais, no verão, morrem nestas regiões devido ao predomínio de condições de anoxia no sedimento e na água do fundo.

O fato observado por BALZER *et al.* (1987), em relação à atividade estacional da macrofauna, pode, não necessariamente, se aplicar à região de Cananéia, uma vez que as flutuações de temperatura provavelmente não são tão amplas para provocar grandes alterações na atividade da comunidade. Talvez a flutuação diária da temperatura tenha um efeito proporcionalmente mais significativo. Durante a baixa mar, ao ficarem grandes áreas de sedimento expostas, sem a proteção da coluna de água, a temperatura dos sedimentos deve variar amplamente de acordo com a temperatura do ar, fazendo com que os organismos bentônicos se movimentem dentro do sedimento ou para fora dele.

Na análise de correlação efetuada para as 8 estações em conjunto, observou-se que a temperatura de água se correlacionou positivamente com o conteúdo de água nos sedimentos. Caberia analisar se tal relação, e o efeito da temperatura sobre a fauna bentônica, é um processo hidrodinâmico ou se é uma consequência dos dois efeitos em conjunto, hidrodinâmico e biológico, como o exposto por BALZER *et al.* (1987).

#### *Nutrientes nos sedimentos*

Durante os meses de amostragem, foram observadas mudanças no comportamento dos nutrientes, tanto a nível de distribuição vertical nos sedimentos, quanto à variação temporal ao longo das épocas de amostragem. O padrão geral observado foi a rápida mudança na concentração dos nutrientes, especialmente do nitrogênio total, logo após o primeiro cm de amostragem na coluna vertical, fato também observado por BALZER *et al.* (1987) na Baía de Kiel (Alemanha). Em muitas das estações, foi observada a diminuição constante da concentração de nitrogênio e fósforo total com o aumento da profundidade na coluna de sedimento, mas este comportamento não se

manteve entre os meses de coleta. SUNDBY *et al.* (1992) encontraram para os sedimentos do Golfo de Saint Lawrence (Canadá), que a concentração de fósforo total decresce desde a superfície até os 5 ou 6 cm de profundidade. A partir daí, a concentração do mesmo varia, mas sempre perto do mesmo valor. WILSON *et al.* (1993) estudando a distribuição horizontal e vertical do N e P nos sedimentos, num estuário na Irlanda, encontraram que o perfil vertical de N variava com a profundidade, detectando as maiores concentrações na superfície dos sedimentos, e as menores entre os 5 e 10 cm de profundidade. A partir daí, observavam-se picos secundários até a profundidade máxima por eles coletada (20 cm). Para o P, eles encontraram também altas concentrações na superfície e, posteriormente, uma rápida diminuição na concentração até os 4 -5 cm, quando, então, a concentração mantinha-se mais ou menos estável. Estes autores sugerem que o P é mais móvel que o N dentro do sedimento, e que, no geral, a concentração de ambos nutrientes pode estar afetada pela atividade da macrofauna bentônica. A este respeito, FORSBERG (1989), estudando os ciclos dos nutrientes em lagos, verificou que o incremento na temperatura d'água, sob condições adequadas de oxigênio, acelerava o processo de bioturbação e, portanto, a taxa de ciclagem de nutrientes entre água e sedimento. Por outro lado, o incremento da temperatura também provoca o aumento da atividade microbiana e o consumo de oxigênio, resultando na diminuição da bioturbação e, por conseguinte, na lentidão do ciclo de nutrientes. Este autor sugere que a temperatura pode ser considerada como o fator controlador primário no ciclo de nutrientes nos lagos. BOWDEN (1984) relaciona a concentração de N e P total dos sedimentos de uma área alagada estuarina (Massachusetts, EUA) com o conteúdo orgânico dos mesmos, encontrando as máximas concentrações dos nutrientes nas áreas de maior concentração de matéria orgânica.

YAMADA & KAYAMA (1987) encontraram em sedimentos marinhos costeiros do Japão, valores de nitrogênio total na superfície do sedimento (0-1

cm) compreendidos entre 1,5 e 2,4 mg/g, e de fósforo total, valores entre 0,5 e 1,0 mg/g. A concentração do PT, de acordo com o estudo dos autores, diminui gradualmente com o aumento da profundidade até os 14 cm (valor máximo de amostragem), e, segundo eles, o conteúdo de P nos sedimentos aumenta com o aumento da concentração de N e C.

Para a região de Cananéia, pode-se observar que, em muitas das estações e meses de amostragem, existe uma correlação significativa entre as concentrações de nitrogênio e o fósforo nos sedimentos. Nas estações 1, 2, 3 e 4 foram detectadas as concentrações máximas destes nutrientes. Também em algumas das estações (ex. estação 1, fevereiro e novembro; 3, fevereiro; 4 agosto e novembro etc.) observou-se que as maiores variações na concentração dos nutrientes ocorriam até os 10 cm de profundidade, e, a partir daí, e como também foi observado por WILSON *et al.* (1993), as concentrações mantinham-se aproximadamente iguais, ou observavam-se picos secundários. Ao se comparar as curvas destes nutrientes com as de matéria orgânica, detecta-se que elas seguem quase o mesmo padrão de distribuição na coluna vertical do sedimento em um grande número das estações e época amostradas. A análise de correlação entre estas variáveis mostra um alto grau de significância positiva entre elas. Este fato somado ao efeito da pluviosidade, produziu mudanças temporais e espaciais no comportamento dos nutrientes, que foi particularmente evidente nos meses de fevereiro e novembro na estação 1, quando a pluviosidade foi maior. Os processos hidrodinâmicos do sistema, como regimes de correntes, mudanças no nível de maré e, por conseguinte, de salinidade, assim como a ação da fauna macrobêntica, devem ser outros aspectos que podem estar afetando a liberação ou retenção dos nutrientes às diferentes profundidades no sedimento. A temperatura, o pH e o oxigênio da interface água-sedimento podem estar modificando a concentração dos nutrientes, já que, como foi dito, em muitas das estações as maiores flutuações do N e P foram observadas nos primeiros centímetros de

amostragem, onde a menor compactação dos sedimentos pode permitir um maior intercâmbio água-sedimento.

Nas áreas litorais, não se pode dizer, segundo WILSON *et al.* (1993), que existem gradientes constantes de nutrientes, devido às influências locais, como as características no tamanho de grão, proximidade a canais ou os aportes por escoamento de terras adjacentes, que podem estar afetando a concentração dos mesmos. Os nutrientes podem também estar sofrendo o efeito da própria microflora existentes nos sedimentos e os distúrbios causados pela macrofauna.

FURTADO *et al.* (1997) estudando as concentrações de C, N e P numa lagoa costeira (Imoacica, RJ, Brasil), concluíram que na estação próxima à barra arenosa que conecta a lagoa com o oceano, as características granulométricas (predomínio de areia) juntamente com a periodicidade da abertura da mencionada barra, produzem o transporte de nutrientes em direção ao oceano. Outro fato, por eles observado, é que a ausência de macrófitas na região impede a deposição de matéria orgânica nos sedimentos, os quais são mais facilmente lavados. Estes autores encontraram uma correlação linear significativa entre o C e o N, medidos nos sedimentos, e uma baixa correlação entre o P disponível e os elementos mencionados. Eles atribuem este fato à possibilidade de o P ser rapidamente assimilado pelas comunidade biológicas, e sugerem que os resultados poderiam ser diferentes, se tivesse sido considerado o fósforo total.

Para a região de Cananéia, o NT e o PT correlacionaram-se negativamente com a porcentagem de areia na estação 3, onde a areia é do tipo areia grossa, e, especialmente na estação 7, onde a porcentagem da mesma é maior. Esta última estação, por estar mais exposta ao efeito das ondas e do oceano, não deve ser propícia para o acúmulo de nutrientes, como sugerido por FURTADO *et al.* (1997)

Para a estação 3, observou-se que a concentração de fósforo total nos estratos superiores da coluna de sedimento foi quase similar à concentração de nitrogênio total. Talvez as características texturais do sedimento desta estação tenham favorecido esta relação, já que somente aqui foi detectado este comportamento com os nutrientes. O potencial de óxido-redução também poderia ter influenciado a liberação de fósforo na superfície da coluna de sedimentos, já que, nesta estação, os nutrientes correlacionaram-se significativamente com o Eh. MARTINOVA (1993), realizando um estudo sobre os mecanismos de liberação e acumulação do N e P em diversos lagos e reservatórios, concluíram que a capacidade de absorção do fósforo por parte dos sedimentos é controlada pelo Eh, principalmente nos dois primeiros cm de a profundidade na coluna dos sedimentos, onde o mesmo sofre amplitudes de variações estacionais elevadas.

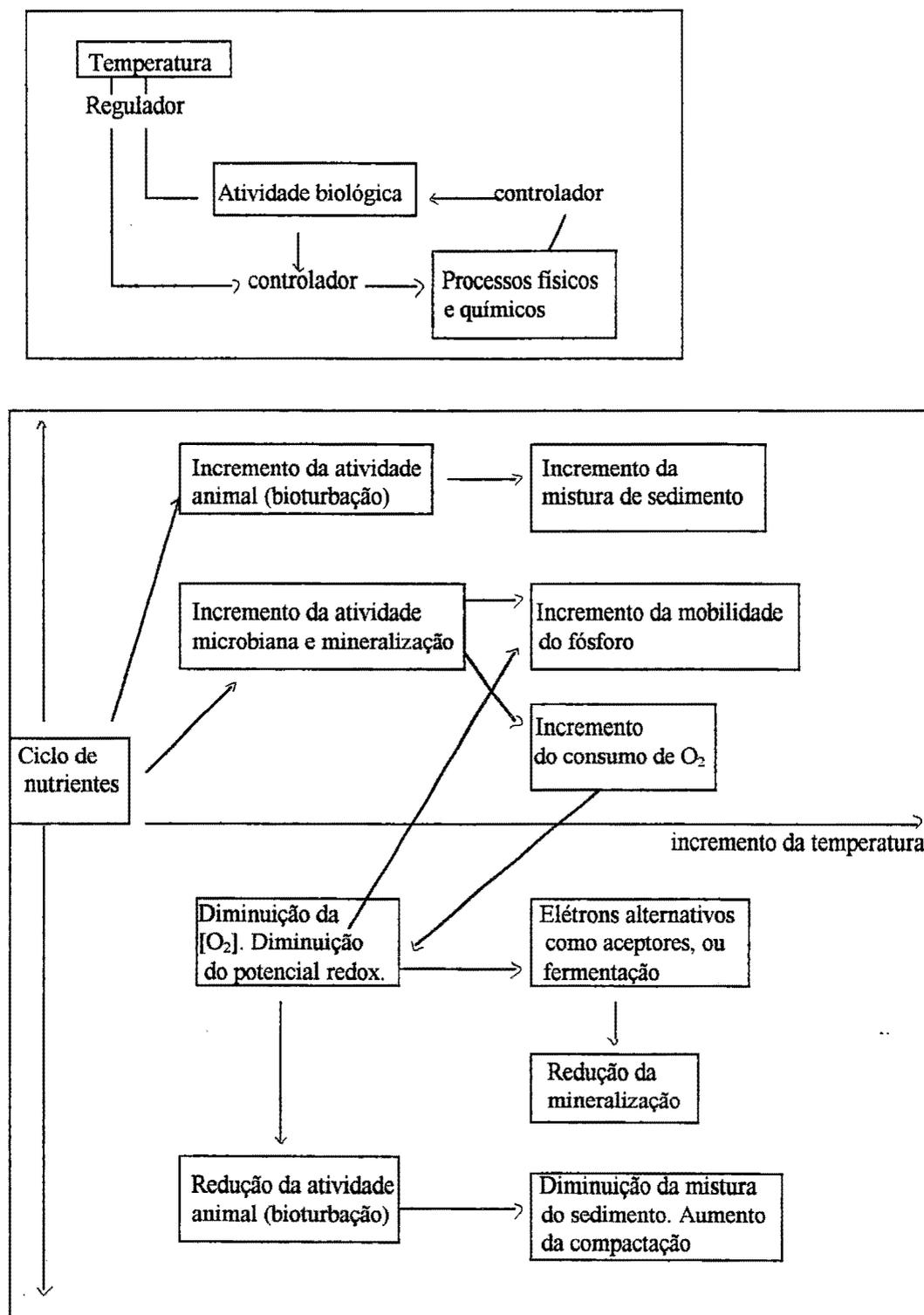
Em geral, o N é incorporado na estruturas dos vegetais e utilizado pelas bactérias, persistindo mais no tempo que o P, sendo este último um componente mais facilmente reciclável. Alternativamente, o N pode ser reciclado mais eficientemente que o P e, por tal motivo, mais N que P é retido nos sedimentos. O P pode ser mais móvel que o N nos sedimentos anaeróbios e pode migrar até superfícies aeróbias onde precipita (BOWDEN, 1984; FORSBERG, 1989). Na estação 3, o fósforo total poderia ter migrado em direção aos sedimento superficiais, desde as camadas mais profundas, devido às condições oxigenadas do sedimento. O fósforo poderia então ter ficado retido na superfície do sedimento associado a outros elementos do mesmo.

Segundo DAY *et al.* (1989), a concentração dos nutrientes, no tempo e no espaço, nos estuários, muda continuamente devido aos fluxos de entradas e saídas pelos rios e pelo intercâmbio com o oceano, e também devido à influência da atividade biológica. Segundo os autores, a transformação dos nutrientes em suas diferentes formas é fundamental para a compreensão da

ecologia estuarina. As reações de óxido-redução são também, segundo eles, as determinantes do fluxo de energia e da dinâmica química dos sedimentos.

Portanto, é importante considerar que o comportamento das diferentes variáveis medidas nos sedimentos pode ser diretamente afetado pelas características da água, dependendo das características texturais e do grau de compactação dos sedimentos, e também, como tem sido mencionado por alguns autores (entre eles RHOADS, 1978; WILSON *et al.*, 1993), influenciado pela atividade biológica.

No esquema a seguir, apresentam-se os principais processos no ciclo dos nutrientes, que, segundo FORSBERG (1989), ocorrem entre a água e o sedimento, dependendo da atividade animal (bioturbação), e como a temperatura pode afetar os mesmos.



**Figura 20.** Esquema representativo do efeito da temperatura no ciclo de nutrientes. Modificado de FORSBERG (1989).

*Potencial de óxido-redução e sua relação com as variáveis medidas nos sedimentos*

O potencial de óxido-redução (Eh) reflete o grau de oxidação e redução de um ambiente, onde altos valores indicam condições mais oxidadas. Todas as reações químicas alteram a condição do Eh, e este processo é recíproco. Geralmente, o oxigênio é o agente oxidante mais importante na superfície dos sedimentos, enquanto que a maiores profundidade (4 cm ou mais), o nitrato e o sulfato são os principais elétrons aceptores. A profundidade onde o oxigênio livre desaparece, e o Eh é igual a 0, é chamada de camada de descontinuidade do potencial redox (RDL) (DAY *et al.*, 1989).

A mudança do Eh é acompanhada nos sedimentos por alterações na coloração dos mesmos, os quais evidenciam as diversas reações que neles acontecem (MATISOFF *et al.*, 1985; DAUER *et al.*, 1987). A presença de oxigênio denota-se pela cor marrom dos sedimentos os quais contêm íon férrico. Abaixo desta área, a cor dos sedimentos é escura, com ausência de oxigênio e prevalência de decomposição anaeróbia. A cor escura é, geralmente, produto de compostos sulfúricos. Nestas regiões, predominam as cores cinza e preta (RHOADS, 1974).

Os sedimentos estudados na região de Cananéia apresentaram flutuações na localização da RPD na coluna de sedimento entre as épocas de amostragem. No geral, observou-se que nas estações com maior conteúdo de matéria orgânica a RPD localizava-se mais próxima à interface água-sedimento, indicando, portanto, a ausência de oxigênio logo nas camadas superficiais de sedimento. Entre elas, as estações 1 e 5 foram as que apresentaram a RPD mais próxima à superfície (interface água-sedimento), como também a estação 3 durante fevereiro, maio e novembro, e a estação 4 em fevereiro e novembro. Dentre as estações com menor conteúdo de matéria

orgânica (entre elas as estações 6, 7 e 8) encontrou-se que os sedimentos apresentaram, quase invariavelmente, características oxidadas na totalidade da coluna.

van KESSEL (1978), estudando a relação entre o potencial redox e a denitrificação na coluna vertical dos sedimentos, concluiu que o Eh podia ser positivo (até +100mV) em condições anaeróbias, quando no sedimento se encontravam nitratos ou nitritos, os quais se difundem dentro do sedimento a profundidades maiores que o oxigênio.

Com base no exposto por este autor, é importante considerar que, nas amostras coletadas na região de Cananéia, pode não existir oxigênio a profundidades inferiores às da camada de descontinuidade (RPD). Seria necessário analisar as diferentes formas do nitrogênio, para provar o exposto pelo autor citado anteriormente. Por outro lado, as características na coloração dos sedimentos pode ser um fator que, visualmente, pode colaborar na localização da RPD.

Na análise de correlação efetuada entre as variáveis medidas no sedimento, observou-se que o grau de correlação entre o Eh e as demais variáveis modificava-se temporalmente. Somente na estação 2, foram observados valores negativos de correlação entre o Eh e o N e P total. Nesta estação, observou-se, de maneira geral, e, principalmente nos meses de fevereiro, maio e novembro, o aumento da concentração dos nutrientes com a profundidade na coluna vertical dos sedimentos. Os sedimentos oxidados alcançaram a profundidade de quase 10 centímetros nestes meses, pelo qual os nutrientes podem ter se difundido a maiores profundidades na coluna do sedimento. A presença de sedimentos oxidados até maiores profundidades pode ter sido consequência da atividade do crustáceo *Uca* sp, o qual cava grandes orifícios no sedimento, que, durante a baixa mar, ficam expostos ao ar. Quando ocorre a vazante de preamar, tais orifícios são enchidos com água

do mar mais rica em oxigênio, a qual se difunde dentro deles, e, possivelmente, nos sedimentos circundantes aos orifícios.

Nas estações 1, 3 e 4, as correlações entre o Eh e o resto da variáveis medidas no sedimento foram positivas. Vários aspectos podem afetar estas relações, entre eles o tamanho de grão. Quando o tamanho de grão é maior, espera-se uma difusão maior de oxigênio nos sedimentos, permitindo deslocar a RPD a locais mais profundos na coluna de sedimento; o período de chuva, que traz consigo um aumento na concentração dos nutrientes provenientes das áreas adjacentes, pode ser outro fator regulador da RPD. Quando os nutrientes são depositados na interface água-sedimento, continua o processo de decomposição, que pode ter começado na coluna de água, dependendo da profundidade do sistema. Este processo consome oxigênio, o qual, próximo à interface água-sedimento pode alcançar concentrações muito baixas, dependendo da hidrodinâmica do local. A diminuição da concentração do oxigênio deveria deslocar a RPD para a superfície. Nos meses de fevereiro e novembro, a concentração de  $O_2$  na água foi menor em relação aos meses restantes, possivelmente devido ao acúmulo de matéria orgânica em consequência das chuvas, mas o deslocamento da RPD em direção à superfície nem sempre foi observada. É de se supor que outros aspectos, como a distribuição da fauna bentônica esteja afetando esta variável. Segundo vários autores (RHOADS, 1974; NILSSON & ROSENBERG 1994), incrementos periódicos do potencial de óxido-redução podem ocorrer em sedimentos anóxicos através de bombeamento ou irrigação por parte da própria fauna macrobentônica.

Como mencionado anteriormente, não podem ser considerados os parâmetros que atuam no sedimento apenas como dependentes um dos outros, e sim devem de ser considerados outros aspectos como a hidrodinâmica do sistema, os aportes externos e os aspectos biológicos, entre eles o efeito de bioturbação causado pela fauna bentônica. Portanto, pode-se concluir que

existe no sistema uma heterogeneidade temporal e espacial (vertical e horizontal), dirigida principalmente pelas características hidrodinâmicas (variação do nível de maré, sistema de correntes, deposição de materiais alóctones), e pela características bióticas (Ex. composição da fauna bêntica).

## 6.2- Características biológicas

### 6.2.1- Distribuição espacial da fauna macrobêntica

Os ambientes estuarinos caracterizam-se no geral por serem sistemas altamente dinâmicos com marcadas variações espaciais e estacionais nas características físicas e químicas da água e do sedimento, fato que foi detectado nas análises realizadas e discutidas anteriormente. Tais variações fazem com que as espécies que apresentam estratégias de sobrevivência do tipo  $r$  (baixa diversidade, corpo de pequeno tamanho, ciclo de vida curto, reprodução intensa, etc.) condicionadas às mudanças do sistema, tenham maior sucesso nesses ambientes.

A exceção de alguns bivalves (Ex. *D. quadrisulcata*, *Tellina sp*) e crustáceos (Ex. *Uca sp*, *C. vittatus* e *K. shubartii*), as espécies encontradas apresentaram pequeno tamanho, o qual dificultou a identificação das mesmas.

O número de táxons para a região estudada foi elevado, considerando-se a região como um todo. Os poliquetos foram o grupo melhor representado em número de espécies e densidade, ocorrendo em todas as estações de amostragem, e foram seguidos da classe Crustacea. TOMMASI (1970) também encontrou para a região de Cananéia, que os poliquetos foram o grupo dominante, seguidos dos moluscos e crustáceos. Dentre os crustáceos, este autor encontrou como espécie dominante a *Kalliapseudes shubartii*, e dentre os moluscos, *Tellina alternata* y *Macoma sp*.

Maior densidade de organismos, assim como maior número de táxons por estação, no presente estudo, foram registrados na área da baía de

Trapandé. Menor densidade, bem como menor diversidade, foram registradas nas estações 1, 2 e 8. Este fato pode indicar que a distribuição e abundância das espécies podem estar relacionadas às características hidrológicas do sistema, como também às características do sedimento e à variação da salinidade provocada pelo efeito da maré. As variações de maré provocam uma grande mudança nos valores de salinidade durante o período de 24 h; por tal motivo, é de se esperar que somente aquelas espécies altamente adaptadas fisiologicamente, habitem estas regiões, fato também discutido por EWING & DAUER (1982) para as espécies de macrobentos da Baía de Chesapeake. Outros autores (TIMMS, 1983; YSEBAERT et al. 1993) também concluem que, tanto a diversidade, quanto a composição da fauna bentônica variam amplamente com o gradiente de salinidade. ROBINEAU & MARCHAND (1984) observaram no estuário Loire (França), que a densidade das espécies é pobre nas água oligohalinas, homogênea e densa nas regiões mesohalinas e que forma um mosaico de comunidades nas áreas polihalinas.

De acordo com a densidade e número de táxons, na região de Cananéia, podem ser observado três grupos principais: o primeiro abarca as estações 1, 2, 3, e 4; o segundo compreende as estações 5, 6 e 7; e o terceiro a estação 8. No primeiro grupo, a influência dos rios, a ampla variação da salinidade e a abundância de nutrientes nos sedimentos, entre outros aspectos, fazem com que a densidade e número de táxons se diferencie do segundo grupo, o qual é afetado diretamente pela ação do oceano, com uma textura de sedimento mais uniforme e menor concentração de nutrientes. Por sua vez, ambos os grupos diferenciam-se do terceiro pela próprias características do Rio Perequê, já mencionadas em outras oportunidades.

Nesta última estação, a fauna macrobêntica diferencia-se das estações restantes, através da presença de espécies da classe Insecta, as quais são típicas representantes de água doce, e também oligoquetos da família Naididae. A análise de correlação evidencia este fato, já que a classe Insecta se

correlacionou de forma negativa com a salinidade.

Existem poucas espécies que se delimitam a zonas estritamente estuarinas. Assim, por exemplo, animais bênticos de água doce podem ser encontrados em regiões oligohalinas (0.5-5 ‰ salinidade) e muitos animais marinhos podem ocorrer em zonas eurihalinas (30-40 ‰ salinidade). A “regra” mais comum é que a riqueza de espécies diminua desde a área marinha até as áreas de baixa salinidade, encontrando-se normalmente aqui, um baixo número de espécies com uma alta abundância de indivíduos por espécies, podendo até exceder a densidade média de organismos encontrados para regiões de água doce e água marinha (DAY et al. 1989). Esta regra de abundância dependente da salinidade, descrita por estes autores, pode ser verificada para a região de Cananéia, onde se observou um gradual aumento no número de espécies assim como também de diversidade e densidade em direção às regiões de salinidade mais elevadas, e na estação 8, um baixo número de espécies com uma densidade elevada, em comparação às demais estações.

Segundo DAY et al. (1989), a composição específica e a distribuição da macroinfauna em uma dada área dentro do estuário, é uma função da resposta das espécies às características do sedimento, regime de salinidade, posição em relação à zona entremaré e níveis de oxigênio. Moluscos bivalves e poliquetos tipicamente dominam a fauna de macroinvertebrados, fato observado neste estudo, no qual também se inclui o grupo dos crustáceos. Da mesma forma YSABAERT et al. (1993) encontraram para o estuário de Schelder (Bélgica) um padrão similar de composição da fauna bêntica. Nesse estudo, os poliquetos representavam 50 % das espécies encontradas, moluscos 28 % e crustáceos 23 %. Segundo os autores, a contribuição dos diferentes táxons mudava das regiões marinhas a oligohalinas. Nas áreas mixohalinas, tanto poliquetos, quanto os crustáceos, contribuíam de maneira quase semelhante com a população macrobêntica. Em regiões oligohalinas, eram encontrados

somente oligoquetos em grande abundância, caracterizando-se pela baixa riqueza de espécies.

As variações de densidades de poliquetos encontradas nas estações da região de Cananéia, se encontram relacionadas com a ocorrência de diferentes espécies. Assim, por exemplo, a ocorrência de Spionídeos verificou-se em todas as estações de amostragem exceto na estação 8. Entre eles, *Spiophanes wigleyi* e *Malacoceros vanderhorsti* ocorreram desde a estação 1 até a 5, em maior densidade, diminuindo ou desaparecendo nas estações 6 e 7, onde ocorre, por exemplo, uma grande densidade de espécies de *Armandia*. Este fato fica mais evidente com as espécies de moluscos. *Macoma* sp e *Tagelus* sp são as únicas espécies que ocorrem nas estações 1, 2 e 3; a partir da estação 4 até a 7, observa-se o incremento nas espécies de moluscos, com um pico máximo na estação 6. Também para os crustáceos, fica evidente a distribuição das espécies de acordo com as características ambientais. Anfípodos, tanaidáceos e isópodos são os únicos grupos de crustáceos que ocorrem nas estações 1, 2 e 3; a partir da estação 4, este grupo diversifica-se, detectando-se a ocorrência de cumáceos e cefalocarídeos. Portanto, a diversificação da macrofauna pode estar relacionada, como foi expresso anteriormente por outros autores, com o gradiente de salinidade. Na área da Baía de Trapandé, onde tanto a variação da salinidade devido ao regime de maré como o aporte de água doce proveniente dos rios são menores, observa-se a ocorrência de um grande número de espécies que não ocorrem em áreas com maiores flutuações de salinidade, como acontece com os poliquetos (*Armandia*, *Magelona*), *Cephalocaridos*, Bivalves (*Divaricella quadrisulcata*, *Anomalocardia brasiliana*) e crustáceos (*Clibanarius vittatus*). Também este fato pode ter relação direta com a textura granulométrica e o conteúdo orgânico dos sedimentos, o qual é menor nestas áreas.

Vários autores fazem referência à importância da distribuição dos organismos bentônicos em relação às características dos sedimentos, principalmente ao conteúdo orgânico, granulometria (FLINT & KALKE, 1986; DAUER et al., 1987) e potencial de óxido-redução (RHOADS, 1978), tanto para as populações do macrobentos, quanto de meiobentos (DECHO et al., 1985). DUPLISEA & HARGRAVE (1996) observaram que a diversidade de espécies diminui à medida que o enriquecimento orgânico nos sedimentos é maior. O conteúdo orgânico dos sedimentos é um parâmetro importante que afeta principalmente a distribuição das espécies de acordo com seu regime alimentar. TOURTELLOTE & DAUER (1983) determinaram que a presença de material orgânico em sedimentos lodosos podem ser uma fonte estável de alimento para organismos que se alimentam de material depositado nos mesmos, mas o alto conteúdo orgânico com períodos de baixo nível de oxigênio podem criar condições anaeróbicas incapazes de serem suportadas por algumas espécies de macroinvertebrados.

GASTON et al. (1988) relacionam a distribuição das espécies com seus hábitos alimentares. Por exemplo, espécies carnívoras são geralmente mais abundantes em sedimentos de areia grossa. Muitas espécies de animais carnívoros da macrofauna bêntica que possuem pequeno tamanho dependem dos interstícios entre os grãos de areia para poder se deslocar. Por outro lado, espécies que se alimentam de partículas orgânicas dos sedimentos superficiais, normalmente habitam sedimentos de areias finas, onde as partículas orgânicas se depositam. De acordo com os autores, a densidade das espécies macrobênticas nos estuários parece ocorrer aleatoriamente, mas a proporção dos grupos tróficos mantém-se constante.

A variação no grau de correlação obtido entre as variáveis físicas e químicas e as espécies agrupadas por táxons, mostra o grau de complexidade das estações amostradas. A abundância de poliquetos e oligoquetos demonstra estar mais afetadas pela textura do sedimento, o tamanho de grão, e a

concentração dos nutrientes. Moluscos e crustáceos parecem depender mais das próprias características da água, como a salinidade e a temperatura. O aumento na concentração de matéria orgânica parece afetar negativamente a densidade de moluscos, especialmente bivalves. Possivelmente, sob elevadas concentrações de matéria orgânica, estes organismos, na sua maioria, filtradores, não possam obter seu alimento de maneira eficiente. Os nemátodos parecem ser afetados negativamente pelo aumento na porcentagem de areia dos sedimentos. A concentração de matéria orgânica e porcentagem de água não parecem ser fatores importantes na distribuição deste grupo. Por outro lado, a densidade dos mesmos parece aumentar à medida que aumenta a salinidade, fatores que se correlacionaram significativamente.

Sedimentos de textura arenosa fazem com que os organismos que ali habitam sofram as grandes flutuações dos parâmetros físicos e químicos da coluna da água (EWING & DAUER, 1983; TOURTELLOTE & DAUER, 1983), já que a fauna deste tipo de sedimentos estaria diretamente relacionada com as mudanças nas características da coluna da água, mais que com as próprias características dos sedimentos (tamanho de grão, % de areia, conteúdo orgânico). Este aspecto poderia se aplicar neste estudo às populações de moluscos e crustáceos encontrados.

#### 6.2.2- Distribuição temporal da fauna macrobentônica

A estrutura da comunidade bêntica sofreu mudanças a nível temporal, as quais podem estar relacionadas, tanto com as características físicas e químicas da água e do sedimento, quanto com as características hidrológicas e climáticas da região.

Mudanças na salinidade da água e no conteúdo de MO e nutrientes nos sedimentos, ocasionadas principalmente pelo aumento da precipitação durante

os meses de fevereiro e novembro, podem ter afetado a composição, abundância e diversidade da fauna. A concentração de oxigênio também foi significativamente mais baixa nesses meses principalmente nas estações 1 e 2. Segundo NILSSON & ROSENBERG (1994), pequenas diminuições na concentração de oxigênio na água podem ter um efeito significativo na mortalidade da macrofauna, mas o efeito é diferente dependendo de cada comunidade bêntica e também pode ser induzido pelas características do sedimento. Eles verificaram que a interação entre as espécies pode aumentar significativamente em resposta à diminuição da concentração de oxigênio.

Mc LUSKY et al. (1993) atribuem as diferenças na composição da fauna bêntica às mudanças na concentração do conteúdo orgânico dos sedimentos, o qual se traduz numa diminuição ou aumento da fonte de alimento para muitas espécies, especialmente de oligoquetos; e FLINT & YOUNG (1983) enfatizam a importância que as variações ocasionadas por efeitos do homem nos sistemas (Ex. dragagem, descarga de indústrias) ocasionam na composição da fauna bêntica, observando principalmente que espécies oportunistas persistem por mais tempo no sistema. Segundo os autores, as comunidades de ambientes pouco constantes no tempo são mais resistentes aos distúrbios físicos e químicos provenientes de fontes externas ao sistema.

No que diz respeito ao grupo dos oligoquetos, observa-se na região de Cananéia, que as densidades deste grupo foram maiores nas estações 1, 2, 3, 4 e 5 nos meses onde se detectou também a maior concentração de matéria orgânica; já nos meses restantes, observa-se uma diminuição na porcentagem deste grupo. HEWITT et al. (1997) encontraram diferenças temporais na distribuição das espécies bentônicas dentro do sedimento, dependendo das funções de força física, como as hidrodinâmicas, e FRANZ & HARRIS (1988) salientam como um fator importante na distribuição das espécies, a velocidade da corrente influenciando na textura do sedimento e concentração de MO.

WAKABARA et al. (1993) observaram que, para a região de Cananéia povoada por *Spartina*, as concentrações máximas de moluscos durante o mês de agosto, fato que também foi correlacionado por estes autores com a biomassa desta macrófita, e com o efeito da predação das espécies de peixes sobre as espécies bentônica. No presente trabalho, observa-se a ocorrência de moluscos na estação 5 (região povoada por *Spartina*) a partir do mês de maio, encontrando as máximas densidades durante o mês de novembro. Também DAUER et al. (1987) e FLINT & KALKE (1986) fizeram referência aos processos de interação entre as espécies, como competição e predação, podendo as interações provocar alterações na estrutura da comunidade. Espécies restritas à superfície do sedimento são mais suscetíveis à mortalidade por distúrbios físicos ou predação, que aquelas que penetram mais profundamente no sedimento. Outro fato encontrado por FRANZ & HARRIS (1988) para explicar a distribuição das espécies é que aquelas que apresentam uma baixa variabilidade estacional, exibem normalmente uma ampla distribuição espacial, e eles correlacionam os picos de abundância das espécies com o período de assentamento larval.

Não foi observado, neste estudo, uma constância na ocorrência e densidade das espécies a nível temporal, apresentando estas características somente os Capitélidos e Peloscolex. Sigambra, na estação 6, também ocorreu durante os 4 meses de estudo, da mesma forma que os nemátodos. Outras espécies somente foram coletadas em alguns dos meses de estudo nas diferentes estações de amostragem. Assim, por exemplo, *K. shubartii* ocorre com maior frequência nos meses de maio e agosto, e *A. cerruti* nos meses de agosto e novembro. Para os crustáceos, foi observada no geral uma maior densidade nos meses de maio e agosto, talvez favorecida pelo aumento da salinidade. Na estação 4, a alta abundância dos crustáceos deveu-se especificamente à ocorrência dos ostrácodos. TARARAM & WAKABARA (1987) estudando as características da fauna bêntica das áreas de Cananéia

povoadas com *Spartina*, encontram que as variações na densidade das espécies pode-se dever aos diferentes níveis de maturidade das macrófitas. Assim, por exemplo, isópodos, tanaidáceos e *Reptantia*, mostraram as máximas densidades quando a biomassa de *Spartina* foi maior (setembro/maio).

A nível de número de táxons, poder-se-ia dizer que ocorre um aumento a partir do mês de maio, com exceção da estação 6, onde foi observado o maior número de táxons durante o mês de fevereiro. O baixo número de táxons nas estações de amostragem no mês de fevereiro poderia estar relacionado às abundantes precipitações, as quais, ao provocar o aumento na concentração de nutrientes e matéria orgânica, podem tornam os sedimentos pouco propícios para o assentamento de um grande número de espécies. A estação 6, por ser naturalmente uma estação com baixa concentração de nutrientes e matéria orgânica, como foi observado em 3 dos 4 meses amostrados, seria favorecida com o incremento destas variáveis, já que propiciariam maior conteúdo alimentício para as espécies detritívoras. Nas estações 7 e 8, possivelmente o efeito das chuvas não tenha sido favorável para o assentamento das espécies. Também a concentração de oxigênio foi mais baixa em algumas das estações durante o mês de fevereiro, o qual pode ter influenciado na ocorrência ou não de determinadas espécies suscetíveis à falta deste parâmetro.

Outro fato importante que pode determinar a ocorrência ou não de espécies é a metodologia de amostragem. Muitas das espécies bentônicas possuem uma distribuição do tipo contagiosa (ELLIOTT, 1977), pelo qual a coleta com cores não necessariamente garante a captura representativa da fauna bentônica.

### 6.2.3- Distribuição vertical das espécies e sua relação com as características físicas e químicas do sedimento

Vários autores têm estudado a relação que existe entre a distribuição da fauna bêntica na coluna vertical do sedimento e as características físicas e químicas dos mesmos (FLINT & KALKE, 1986; DAUER et al., 1987; NILSSON & ROSENBERG, 1994), assim como o efeito que a fauna produz modificando tais características (RHOADS & YOUNG, 1970; RHOADS, 1974; DUPLISEA & HARGRAVE, 1996; FLACH & HEIP, 1996).

A maioria das espécies macrobênticas não suporta viver em condições de anoxia, condições que normalmente ocorrem logo após os primeiros centímetros de sedimento, abaixo da interface água-sedimento. Tem sido observado que os nemátodos são espécies que normalmente podem resistir a um prolongado tempo de anoxia (DUPLISEA & HARGRAVE, 1996) e que os mesmos incrementam o coeficiente de difusão de oxigênio, em comparação com os lugares onde eles não ocorrem (ALKEMADE et al., 1992). Espécies como os poliquetos também podem aumentar a concentração de oxigênio de estratos profundos do sedimento, devido a movimentos de ventilação que produzem dentro das galerias que eles constroem, modificando a localização da RPD e permitindo a colonização destes estratos por espécies sensíveis à falta de oxigênio (ALLER & YINGST, 1978).

As estruturas, em forma de galerias, formadas nos sedimentos estuarinos e costeiros, constituem importantes mosaicos de microambientes físicos, químicos e biológicos (ALLER et al., 1983; KRISTENSEN et al., 1985). As galerias são, segundo KRISTENSEN et al. (1985), uma extensão da interface água-sedimento que afeta a distribuição dos solutos no sedimento, já

que são altamente ventiladas pelos seus habitantes. O nível de oxigênio dentro delas pode alcançar situações semelhantes às da água superficial, mas sua concentração varia também nas diferentes profundidades das galerias, dependendo principalmente da ação das ondas, maré, e da fotossíntese. ALLER et al. (1983) define que a geometria e a posição das galerias construídas nos sedimentos, em relação ao regime de maré, definem os processos químicos que nelas ocorrem, já que a irrigação dentro das galerias se detém durante os períodos de baixa mar.

Grande parte das espécies concentram-se nas camadas superiores dos sedimentos. DAUER et al. (1987) encontraram que a maioria das espécies da Baía de Chesapeake (EUA) enterram-se até os 10 cm de profundidade, exceto *Macoma balthica* que pode alcançar profundidades de até 20 cm. Este bivalve obtém seu alimento e oxigênio por meio de sífões que alcançam a interface água-sedimento. FLACH & HEIP (1986) determinaram que de 50 a 80 % das espécies encontradas na plataforma continental do NE Atlântico distribuíam-se até o primeiro ou os dois primeiros cm de profundidade. FLINT & KALKE (1986), estudando as populações bentônicas do estuário do Texas (Golfo de México), concluíram que os picos de densidade de cada táxon ocorrem a profundidades específicas na coluna de sedimento, modificando-se temporalmente. Segundo eles, esta modificação correlaciona-se com as variações na localização da RPD. ALLER & YINGST (1978) encontram 3 razões para explicar o decréscimo da fauna na coluna vertical do sedimento: 1) diminuição vertical da concentração de oxigênio; 2) diminuição vertical da água intersticial (aumento na compactação dos sedimentos) e 3) decréscimo vertical da matéria orgânica metabolizável.

A distribuição e abundância da fauna bentônica na coluna vertical do sedimento na região de Cananéia, assim como as variáveis físicas e químicas medidas neles, variaram temporal e espacialmente. Quase sem exceção foi observado que as espécies migravam na coluna de sedimento encontrando-as a

diferentes profundidades nos diferentes meses e locais de amostragem. Outras espécies como *A. (acmira) cerruti*, localizavam-se quase invariavelmente abaixo do primeiro centímetro da coluna de sedimento, ou a profundidades específicas (Ex. *Cephalocarideos*, a 10-15 cm de profundidade).

As densidades máximas dos indivíduos foram quase sempre encontradas entre a interface água-sedimento e os 2 primeiros cm de profundidade, verificando-se que na região de maior salinidade (estação 6) a profundidade de enterramento das espécies aumentou significativamente, assim como a densidade coletada nos estratos mais profundos. Isto pode estar relacionado com a salinidade, como foi exposto por DAUER et al. (1987), devido ao fato de que na superfície pode ocorrer um aumento da mortalidade das espécies por mudanças bruscas da salinidade, ou haver uma maior predação sobre as espécies por aumento na transparência da água.

A penetração de oxigênio nos estratos mais profundos da coluna vertical do sedimento, também pode estar favorecendo o aumento na profundidade de enterramento das espécies, conjuntamente com a diminuição da concentração de MO, como ocorre nas estações 6 e 7. A localização da RPD nestas estações está indicando a presença de oxigênio quase na totalidade da coluna de sedimentos. Nos meses de fevereiro e novembro, a RPD migra em direção à superfície na estação 6, possivelmente devido ao aumento das precipitações, as quais diluem a água salgada produzindo também uma diminuição na concentração de oxigênio. Nestes meses, as máximas densidades de indivíduos foram encontradas no estrato de 1-2 cm. Tal fato pode também estar relacionado com o grau de compactação do sedimento. As espécies podem ter migrado a estratos mais profundos nestes dois meses devido ao aumento da percentagem de água nos sedimentos superficiais, a qual reduz a compactação nos sedimentos.

Na estação 8, observa-se que os quironomídeos alcançam a máxima profundidade dentro do sedimento quando a concentração de oxigênio na água

é maior. A relação entre oxigênio e quironomídeos foi estudada também por PANIS et al. (1996) para regiões litorais de lagos de água doce. A maioria das espécies de quironomídeos vivem próximos à interface água-sedimento, mas espécies de grande tamanho podem alcançar maiores profundidade dentro do sedimento, por acumularem uma grande quantidade de oxigênio na hemoglobina. Segundo os autores, a relação entre hemoglobina e profundidade de penetração nos sedimentos não está bem documentada, mas devido ao fato de que as espécies de quironomídeos ventilam os tubos que constroem, uma maior concentração de oxigênio na água favoreceria a distribuição das espécies no sedimento.

No geral, observou-se que Nereidos e Capitélidos, entre os poliquetos, e oligoquetos e nemátodos, alcançaram profundidades máximas na coluna de sedimento naquelas estações onde a concentração de matéria orgânica e nutrientes foi maior (ex. estações 1 e 2). GIÉRE (1975, Apud Nalepa & ROBERTSON, 1981) observaram que os oligoquetos migram verticalmente em direção às camadas ricas em detritos. As densidades mais elevadas de oligoquetos para a região de Cananéia foram registradas nas profundidades entre 1 e 5 cm, as quais, segundo NALEPA & ROBERTSON (1981), são as profundidades aparentemente preferidas por este grupo para se alimentar, quando as concentrações de oxigênio não são limitantes.

Nas estações com menor conteúdo orgânico, outras espécies como Sigambra (entre os poliquetos), Cefalocarídeos e bivalves (*D. quadrisulcata*, *lamellibanquios*), alcançam as maiores profundidades. Sigambra é também encontrado por DAUER et al. (1987) até profundidades de 25 cm na coluna vertical de sedimento, caracterizando os membros desta espécie como ativos cavadores. As espécies de ostrácodos (*C. salebrosa*, *C. multidentata*) foram encontradas até a profundidade de 2 cm naquelas estações onde a concentração da matéria orgânica foi maior e a RPD localizava-se mais próxima à superfície, e a profundidades maiores (5 cm), onde a concentração de matéria

orgânica foi menor (estação 6), mas sem observar-se uma relação com a RPD. Por tal motivo, a distribuição destas espécies deve de estar mais relacionada com as características dos sedimentos, e a RPD deve influenciar a distribuição das mesmas somente quando as condições do sedimento não são adequadas (Ex. variação na compactação do sedimento).

Observou-se que o poliqueto da família Maldanidae se localizava na camada superficial de sedimento (0-1 cm) nas estações com maior conteúdo orgânico, e nas estações 5 e 6 alcançava as profundidades de 5 e 10 cm respectivamente. Observa-se neste caso que a RPD se localizou sempre abaixo da localização deste poliqueto. DAUER et al. relaciona a ocorrência de maldánidos a maiores profundidades que as ocupadas por outras espécies, com o porém de que os mesmos mantêm permanente conexão com a interface sedimento-água para obter oxigênio a fim de ventilar os tubos, e que também produzem movimentos laterais para obter alimento, criando novas aberturas no sedimento. A ventilação dos tubos permite irrigar os sedimentos, incrementando a profundidade da zona aeróbica, fato que pode explicar a localização da RPD sempre abaixo da ocorrência desta espécie.

Pode ser observado que quase a maioria das espécies encontradas distribuíram-se a diferentes profundidades na coluna de sedimento dependendo das características de cada local de amostragem. NALEPA & ROBERTSON (1981) encontraram para espécies bentônicas de água doce, que as mesmas se deslocavam na direção da superfície do sedimento, quando as camadas de detritos depositados na mesma era maior, e enterravam-se quando estas diminuíaem porem no que se refere à abundância de espécies, estes autores não encontraram uma correlação significativa entre a mesma e a localização da RPD. Fato contrário ocorre no estudo de FLINT & KALKE (1986) para o bentos estuarino da Baía de Corpus Christi (Texas, EUA). Tais autores concluem que existe uma correlação significativa entre a distribuição das espécies e a profundidade da RPD.

No presente trabalho, observou-se que na maioria das estações e meses de amostragem, a relação entre potencial redox e densidade de espécies foi significativa, embora esta relação mudasse entre os meses e estações amostradas. Somente nas estações 1 e 2, correlações significativas foram mantidas nos 4 meses de amostragem. É de supor que a densidade de espécies mude nos diferentes estratos, dependendo não só da presença de sedimentos oxidados, se não também de outros fatores como a disponibilidade de alimento, relações interespecíficas etc. Possivelmente a presença de sedimentos oxidados esteja afetando, mais que a própria densidade de espécies, aos próprios organismos individualmente. É provável que cada espécie possua um limite próprio de resistência às condições de anoxia, influenciado, como já foi exposto por ALLER & YINGST (1987) pelas relações interespecíficas.

Embora as relações interespecíficas possam ser importantes na distribuição do bentos na coluna do sedimento, não foi observado neste trabalho que a distribuição de um determinado táxon, a uma profundidade específica, estivesse acompanhada pela presença de outro, de uma maneira constante durante todo o estudo. Mas, por outro lado, foi observado por exemplo, para as estações 6 e 7, que, quase invariavelmente, com o aumento da profundidade de enterramento dos crustáceos e poliquetos, verificava-se a diminuição da profundidade de enterramento dos moluscos, e vice-versa. Este fato poderia estar relacionado com algum processo de competição interespecífica por espaço ou alimento, já que nestas estações a porcentagem de material orgânico, assim como de água intersticial nos sedimentos, foi menor, e talvez insuficiente para sustentar a muitas espécies em um mesmo estrato de profundidade.

NALEPA & ROBERTSON (1981) observaram que tanto a profundidade de penetração de oxigênio, quanto a disponibilidade de alimento, são os fatores principais que determinam a distribuição vertical das espécies,

principalmente de oligoquetos e nemátodos, e estes fatores são diretamente afetados pela camada de detritos orgânicos que se depositam na superfície dos sedimentos.

A heterogeneidade e variabilidade na composição e abundância da fauna bentônica na coluna dos sedimentos foi comprovada pela análise de componentes principais, embora a mesma não tenha elucidado, na sua totalidade, as relações entre as variáveis e a comunidade bêntica. A variação na identificação dos eixos entre uma estação e outra de amostragem, demonstra a heterogeneidade espacial do sistema, e como a densidade da fauna é afetada distintamente em cada ponto de amostragem.

A análise permitiu identificar grupos de estações com características físicas, químicas e hidrológicas semelhantes. Assim, por exemplo, observou-se o agrupamento das estações 1 e 2, as quais possuem em comum, além das variáveis utilizadas na análise, uma ampla variação de salinidade provocada pelo regime de maré e pelo aporte de água doce. O agrupamento das estações localizadas na Baía de Trapandé corroborou-se pela proximidade com o oceano, o qual oferece características diferentes em relação às estações restantes, como por exemplo, uma maior transparência da água.

A distribuição diferenciada das estações 4 e 8 sobre os eixos da análise permite inferir que o comportamento das variáveis estudadas e das espécies bentônicas na coluna de sedimento foram diferentes ao das demais estações. Na estação 4, a elevada concentração de nutrientes e matéria orgânica, assim como a menor porcentagem de areia nos sedimentos e menor compactação dos mesmos, pode ter permitido a migração dos organismos na coluna vertical dos sedimentos, fato favorecido ainda pela presença de sedimentos oxigenados em grande parte da coluna. Evidentemente, a estação 8 diferencia-se das outras estações principalmente pela composição da fauna bentônica.

As variâncias explicadas por cada eixo, a nível de estações, foram baixas (entre 50-60 % aproximadamente), demonstrando que outras variáveis, como

as medidas na água, as relações interespecíficas, e os fatores hidrológicos devem estar afetando amplamente a distribuição e densidade das espécies bentônicas na coluna vertical dos sedimentos.

No geral, observou-se que os grupos formados nestas análises representavam, por um lado, os primeiros estratos de sedimento analisados e, por outro, os estratos mais profundos. A diferença entre eles foi, na maioria dos casos, a densidade de espécies; contudo, as próprias características físicas e químicas dos estratos podem promover estas variações, afetando a migração vertical das espécies e as próprias interrelações entre elas.

## 7- SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

1- As águas da região estudada, do complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP) caracterizaram-se por serem do tipo mixohalinas, com marcadas variações de salinidade durante o período de estudo, como consequência do ciclo de maré.

2- Os valores de pH e oxigênio foram geralmente mais baixos nas estações localizadas no Rio Nobrega ou nas suas proximidades, decorrentes da influência da decomposição da vegetação de mangue das margens do mesmo.

3- A concentração de matéria orgânica nos sedimentos foi significativamente mais elevada nos meses de fevereiro e novembro, principalmente nas estações 1 e 2, devido ao efeito das chuvas, as quais carregam uma importante quantidade de material orgânico dos mangues para o rio.

4- A estação 4 foi a que apresentou as maiores concentrações de matéria orgânica durante o período em estudo, favorecida, provavelmente, pela retenção de material orgânico proveniente dos mangues no campo de *Spartina* próximo à estação.

5- A concentração de matéria orgânica e a porcentagem de água nos sedimentos diminuíram, de maneira geral nas estações amostradas, de forma

gradual com o aumento da profundidade na coluna vertical dos sedimentos, observando-se na maioria das estações, aumento na compactação dos mesmos nos estratos mais profundos de amostragem. Estabeleceu-se uma relação significativa entre ambas variáveis na maioria das estações e meses de amostragem.

6- A nível vertical na coluna de sedimento, observou-se a diminuição do silte e, por conseguinte, o aumento da areia com o aumento da profundidade. Nos três primeiros estratos de amostragem, grandes oscilações na porcentagem destes dois componentes foram observados, especialmente nas estações 1 a 5, podendo-se relacionar este fato aos efeitos da hidrodinâmica atuando nos sedimentos superficiais, e aos efeitos da bioturbação produzidos pela fauna bêntica.

7- A concentração dos nutrientes nos sedimentos foi mais elevada nas estações 1 a 4, favorecidos principalmente pelo aporte de matéria orgânica das margens do sistema, observando-se ademais, na estação 1, um importante incremento na concentração dos mesmos, durante os meses de fevereiro e novembro, devido ao efeito das chuvas no transporte de materiais alóctones.

8- Observou-se uma rápida diminuição na concentração de nutrientes (NT e PT) logo no primeiro centímetro de amostragem, na coluna vertical dos sedimentos, da mesma forma que uma ampla variação temporal e sazonal dos mesmos. Tal fato pode-se relacionar ao aumento da compactação dos sedimentos, impedindo a difusão dos nutrientes, e ao desaparecimento da fauna bêntica com o aumento da profundidade, o qual limita o transporte de partículas na coluna de sedimento. Em grande parte das estações e meses amostrados foi estabelecida uma correlação significativa entre os nutrientes.

9- Os valores de Eh, na coluna vertical dos sedimentos, variaram amplamente entre as diferentes estações e meses de amostragem. Os sedimentos apresentaram características oxidadas até quinto ou décimo cm de profundidade, nas estações localizadas nos rios e no campo de *Spartina* e, praticamente, na totalidade da coluna amostrada, na região da Baía de Trapandé e Rio Perequê. Nas duas últimas regiões mencionadas, tal fato pode-se relacionar ao aporte de águas mais oxigenadas provenientes do oceano, e ao menor acúmulo de material orgânico favorecido pelo sistema de correntes.

10- De maneira geral, observou-se que a porcentagem de matéria orgânica, água e nitrogênio total medidos nos sedimentos, correlacionaram-se significativamente com a temperatura, pH e oxigênio dissolvido medidos na água.

11- Dentre as variáveis medidas no sedimento, observou-se que as correlações entre elas variaram para as diferentes estações de amostragem, encontrando um maior número de variáveis correlacionadas entre si nas estações 1, 3 e 6.

12- Os Polychaeta foram o grupo de invertebrados bentônicos dominantes, quanto à abundância e número de espécies, seguidos das classes Crustacea e Mollusca. Espécies de poliquetos das famílias Spionidae, Pilargidae e Capitellidae ocorreram em, praticamente, todas as estações de amostragem. *Kalliapseudes shubartii* (Crustacea) e *Tagelus* sp (Bivalvia), mostraram também uma ampla distribuição espacial.

13- A estação 8 caracterizou-se por apresentar espécies de ambientes límnicos, como os Insecta e Naididae (Oligochaetos).

14- A abundância e composição da fauna macrobêntica sofreu variações temporais e estacionais, dependendo principalmente das características hidrológicas, regime de chuvas, propriedades do sedimento (textura, concentração de matéria orgânica, etc.) e da variação da salinidade.

15- A maior abundância e número de táxons foram encontrados na Baía de Trapandé, favorecidos pela menor variação na salinidade, e por uma menor concentração de matéria orgânica nos sedimentos.

16- A abundância dos anelídeos parece estar mais influenciada pelas porcentagens de água, matéria orgânica e concentração de nutrientes nos sedimentos, enquanto que a dos moluscos e crustáceos parecem depender mais das próprias características da água, como a salinidade e a temperatura. A abundância de oligoquetos parece estar relacionada às características texturais dos sedimentos.

17- A ocorrência das espécies na coluna vertical dos sedimentos variou, tanto espacial, quanto temporalmente e verificou-se, principalmente, até 5 e 10 cm de profundidade na maioria das estações de amostragem. Na região da Baía de Trapandé, a profundidade de enterramento das espécies incrementou para a maioria dos táxons, até 20 cm, possivelmente em consequência das características texturais dos sedimentos, e a maior salinidade.

18- A densidade de indivíduos na coluna de sedimentos concentrou-se, principalmente, nos 5 primeiros centímetros de profundidade para todas as estações de amostragem e correlacionou-se significativamente na maioria delas, durante os diferentes meses, com o potencial de óxido-redução. A penetração de oxigênio nos sedimentos parece ser uma das variáveis

fundamentais que permitem a ocorrência das diferentes espécies bênticas nos mesmos.

19- A diversidade de táxons modificou-se temporal e estacionalmente, encontrando-se a maior diversidade nas áreas de maior salinidade (Baía de Trapandé) e a menor, no Rio Perequê.

20- Considerando as variáveis físicas e químicas, foram estabelecidas 3 áreas com características similares. A primeira compreende a região das estações 1 a 4, caracterizando-se pela ampla variação da salinidade devido ao regime de maré, e pela maior concentração de nutrientes e matéria orgânica. A segunda, compreende as estações 5 a 7, caracterizando-se por possuir uma maior salinidade, com menor amplitude de variação e textura granulométrica mais uniforme, assim como uma maior transparência da água. A última região somente inclui a estação 8 do Rio Perequê, caracterizando-se por sofrer o efeito da maré, mas também por possuir uma baixa salinidade em relação às áreas restantes.

21- A análise de componentes principais permitiu revelar que, de maneira geral, a semelhança da abundância da fauna bêntica das estações 1, 2 e 3 deveu-se às características físicas e químicas dos sedimentos. Para a estação 4, a abundância de espécies depende, principalmente, da textura granulométrica. As estações 5, 6 e 7 assemelham-se, tanto à própria abundância das espécies encontradas, e a estação 8 diferencia-se das restantes, quanto por suas características ambientais, como pela densidade de espécies nos diferentes estratos de amostragem.

22- Embora tenham-se estabelecido algumas relações entre a densidade e distribuição das espécies da região estuarina de Cananéia com as variáveis

físicas e químicas medidas é importante considerar que outros aspectos, de ordem hidrodinâmica como o regime de correnteza, a influência do oceano e os aportes tanto internos (produção primária), quanto externos (chuvas, entradas de água doce, poluição), etc. devem certamente influenciar de grande maneira na ecologia das populações bentônicas, seja tanto na diversidade e abundância quanto na distribuição espaço temporal.

## 8- BIBLIOGRAFIA

- ALKEMADE, R.; A. WIELEMAKER; S. A. de JONG & A. J. J. SANDEE. 1992. Experimental evidence for the role of bioturbation by the marine nematode *Diplolaimella dievengatensis* in stimulating the mineralization of *Spartina anglica* detritus. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **90**:149-155
- ALLER, R. C.; J. Y. YINGST & W. ULLMAN. 1983. Comparative biogeochemistry of water in intertidal *Onuphis* (Polychaeta) and *Upogonia* (Crustacea) burrows: Temporal patterns and causes. **J. Mar. Res.**, **41**:571-604
- ALLER, R. C. & J. Y. YINGST. 1985. Effects of the marine deposit feeders *Heteromastus filiformis* (Polychaeta), *Macoma balthica* (Bivalvia) and *Tellina texana* (Bivalvia) on averaged sedimentary solute transport, reaction rates and microbial distributions. **J. Mar. Res.**, **43**:615-645.
- AMARAL, A. C. Z. 1996. **Annelida Polychaeta: características, glossario e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira**. Campinas, SP. Editora da UNICAMP. 124pp

- ANDERSEN, J. M. 1976. An ignition method for determination of total phosphorus in Lake sediments. **Wat. Research**, **10**:329-331.
- BALZER, K.; H. ERLLENKEUSER; M. HARTMANN; P.J. MÜLLER & F. POLLEHNE. 1987. Diagenesis and exchange processes at the benthic boundary. In: I.RUMOHR, E. WALGER & B. ZEITZSCHEL (Eds.) **Seawater-sediment interactions coastal waters. An interdisciplinary approach**. Lecture notes on coastal an estuarine studies. 13. Springer-Verlag: 111-161
- BARNES, R. S. K. 1984. **Estuarine biology**. Estudios in biology No. 49, 2nd. edition. Edward Arnold, 77pp
- BESNARD, W. 1950 a. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. **Bolm. Inst. paulista de Oceanogr.**, **1** (1):9-26
- 1950 b. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape II. Diversos aspectos atuais da região lagunar. **Bolm. Inst. paulista de Oceanogr.**, **1** (2):3-28
- BOADEN, P. J. S. & R. SEED. 1985. **An introduction to coastal ecology**. Blakie, N. Y., 218pp
- BOWDEN, W. B. 1984. Nitrogen and phosphorus in the sediments of a tidal, freshwater marsh in Massachusetts. **Estruaries**, **7** (2):108-118
- BRINKHURST, R. O. & M. R. MARCHESE. 1989. **Guide of the freshwater aquatic Oligochaeta of south and central America**. Col. Clins. 179pp

- DAUER, D. M.; R. M. EWING & A. J. RODI Jr. 1987. Macrobenthic distribution within the sediment along an estuarine salinity gradient. **Int. Revue ges Hydrobiol.**, 72 (5):529-538
- DAY, J. W.; C. A. HALL; W. H. KEMP & A. YAÑEZ-ARANCIBIA. 1989. **Estuarine ecology**. Wiley, N. Y., 558pp
- DECHO, A. W.; W. D. HUMMON & J. W. FLEEGER. 1985. Meiofauna-sediment interactions around subtropical seagrass sediments using factor analysis. **Journal of Marine Research**, 43:237-255
- DUPLISEA, D. E. & B. T. HARGRAVE. 1996. Response of meiobenthic size-structure, biomass and respiration to sediment organic enrichment. **Hydrobiologia**, 339:161-170
- ELLIOTT, J. M. 1977. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. Fresh Water Biological Association. Scientific Publication, 25. 156pp
- EWING, R. M. & D. M. DAUER. 1982. Macrobenthic communities of the Lower Chesapeake Bay I. Old planation Creek, Kings Creek, Cherrystone inlet and the adjacent offshore area. Benthic studies of the Lower Chesapeake Bay 4. **Int. Revue ges Hydrobiol.**, 67 (6):777-791
- FAUCHALD, K. 1977. **The polychaete worms**. Definitions and keys to the orders, families and genera. Science Series 28, Los Angeles. 188pp

- FLACH, E. & C. HEIP. 1996. Vertical distribution of macrozoobenthos within the sediment on the continental slope of the Cogan Spur area (NE Atlantic). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 141:55-66
- FLINT, R. W. & J. A. YOUNK. 1983. Estuarine benthos: long-term community structure variations, Corpus Christi Bay, Texas. **Estuaries**, 6 (2): 126-141
- FLINT, R. W. & R. D. KALKE. 1986. Biological enhancement of estuarine benthic community structure. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 31:23-33.
- FOLK, R. & W. WARD. 1957. Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. **J. Sediment. Petrol**, 27 (1):3-26.
- FORSBERG, C. 1989. Importance of sediments in understanding nutrient cyclings in lakes. **Hydrobiol.**, 176/177:263-277.
- FRANZ, D. R. & W. H. HARRIS. 1988. Seasonal and spatial variability in macrobenthos communities in Jamaica Bay, New York -an urban estuary. **Estuaries**, 11 (1):15-28
- FURTADO, A. L.; M. M. PETRUCIO & F. DE A. ESTEVES. 1997. C, N, P and pheopigments in the sediment of a brazilian coastal lagoon, Macaé, Rio de Janeiro. **Rev. Brasil. Biol.**, 57 (1):127-134
- GASTON, G. R. 1987. Benthic polychaeta of the Middle Atlantic Bight: feeding and distribution. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 36:251-262.

- GASTON, G. R.; D. L. LEE & J. C. NASCI. 1988. Estuarine macrobenthos in Calcasieu Lake, Louisiana: community and trophic structure. *Estuaries*, 11 (3):192-200.
- HAKANSON, L. & M. JANSSON. 1983. **Principles of lake sedimentology**. Springer-Verlag, Berlin. 316pp
- HAYES, F. R.; B. L. REID & M. L. CAMERON. 1958. Lake water and sediment. II Oxidation-reduction relations at the mud-water interface. *Limnol. Oceanogr.*, 3:308-317
- HEWITT, J. E.; R. D. PRIDMORE; S. F. THRUSH & V. J. CUMMINGS. 1997. Assessing the short-term stability of spatial patterns of macrobenthos in a dynamic estuarine system. *Limnol. Oceanogr.*, 42(2):282-288
- HILY, C. 1991. Is the activity of benthic suspension feeders a factor controlling water quality in the Bay of Brest?. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 69:179-188
- JAMES, F. C. & E. E. Mc CULLOCH. 1990. Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box? *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 21: 129-166.
- JONES, N. & V. WOLFF. 1981. **Feeding and survival strategies of estuarine organisms**. Plenum Press, 304pp
- KATO, K. 1966 a. Chemical investigations on the hydrographical system of Cananéia lagoon. *Bolm. Inst. oceanogr.*, São Paulo, 15 (1):1-12.

----- 1966 b. Geochemical studies on the mangrove region of Cananéia, Brazil. I. Tidal variations of water properties. **Bolm. Inst. oceanogr.**, São Paulo, **15** (1):13-20.

----- 1966 c. Geochemical studies on the mangrove region of Cananéia, Brazil. II. Physico-chemical observations on the reduction states. **Bolm. Inst. oceanogr.**, São Paulo, **15** (1):21-24.

KRISTENSEN, E; M. H. JENSEN & T. K. ANDERSEN. 1985. The impact of polychaete (*Nereis virens* Sars) burrows on nitrification and nitrate reduction in estuarine sediments. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **85**:75-91.

KUTNER, A. S. 1963. Granulometria dos sedimentos de fundo da região de Cananéia. SP. **Bolm. Soc. bras. Geol.**, **11** (2):41-54.

KUTNER, M. B. B. & E. AIDAR-ARAGÃO. 1986. Influência do fechamento do Valo Grande sobre a composição do fitoplâncton na região de Cananéia (25° S-48° W). In: BICUDO, C. E. de M.; C. TEIXEIRA & J. G. TUNDISI (Eds.), **Algas: a Energia do Amanhã**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 109-120.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE. 1984. **Ecologie numérique**. Tome 2. La structure des données écologiques. Collection d'écologie 13. Masson. 335pp

MACHADO, L. B. 1950. Pesquisas físicas e químicas do sistema hidrográfico da região lagunar de Cananéia. I-Cursos de águas- Nota prévia sobre os "Rios" Maria Rodrigues e Baguaçu. **Bolm. Inst. paulista de Oceanogr.**, 1 (1):45-68.

----- 1952. Pesquisas físicas e químicas do sistema hidrográfico da região lagunar de Cananéia. II- Águas de junção. Estudos iniciais da águas comuns da região da Ilha da Casca. Nota prévia sobre as águas na junção do Canal de Ararapira e Baía de Trapandé. **Bolm. Inst. oceanogr.**, S. Paulo, 3 (1/2):55-75.

MAGLIOCCA, A. & A. S. KUTNER. 1964. Conteúdo orgânico dos sedimentos de fundo de Cananéia, São Paulo. **Contrções. Inst. oceanogr. S. Paulo. Ser. Oceano. fis.**, 7:14pp

MANN, K. H. 1982. **Ecology of coastal waters. A systems approach.** Studies in ecology vol 8, 321pp

MARGALEF, R. 1980. **Ecología.** Omega. Barcelona. 950pp

MARSHALL, N. 1994. Mangrove conservations in relation to overall environmental considerations. In: Sasekumar, A.; N. Marshall & D. J. Macintosh (eds.), **Ecology and conservation of South Asian marine and freshwater environments including wetlands.** **Hydrobiol.**, 285:303-309.

MARTINOVA, M. V. 1993. Nitrogen and phosphor compounds in bottom sediments: mecanismos of accumulation, transformation and release. **Hydrobiologia**, 252:1-22

- MATISOFF, G.; B. FISHER & S. MATIS. 1985. Effects of benthic macroinvertebrates on the exchange of solutes between sediments and freshwater. **Hydrobiol.**, **122**:19-33.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. 1972. **Aspectos ecológicos do zooplâncton da região lagunar de Cananéia, com especial referência aos Copepoda (Crustacea)**. Tese de Doutorado. Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo, Brasil. 191pp
- Mc LUSKY, D. S. 1989. **The estuarine ecosystem**. 2nd. edition, Blackie, N. Y., 215pp
- Mc LUSKY, D. S.; D. S. HULL & M. ELLIOTT. 1993. Variations in the intertidal and subtidal macrofauna and sediments along a salinity gradient in the upper Forth Estuary. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, **27**(2-4):101-109
- MEYER-REIL, L. A.; A. FAUBEL; G. GRAF, & H. THIEL. 1987. Aspects of benthic community structure and metabolism. In: J. RUMOHR, E. WALGER & B. ZEITZSCHEL (eds.) **Seawater-sediment interactions in coastal waters. An interdisciplinary approach**. Lecture notes on coastal and estuarine studies. 13 Springer-Verlag, 70-110.
- MIYAO, S. Y.; L. NISHIHARA & C. C. SARTI. 1986. Características físicas e químicas do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape. **Bolm. Inst. oceanogr.**, S. Paulo, **34**:23-36.

- NALEPA, T. F. & A. ROBERTSON. 1981. Vertical distribution of the zoobenthos in Southeastern Lake Michigan with evidence of seasonal variation. **Freshwater Biology**, 11:87-96
- NILSSON, H. C. & R. ROSENBERG. 1994. Hypoxic response of two marine benthic communities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 115:209-217
- PANIS, L. I.; B. GODDEERIS & R. VERHEYEN. 1996. Onn the relationship between vertical microdistribution and adaptations to oxigen stress in littoral Chironomidae (Dipetera). **Hydrobiologia** 318:61-67
- POR, F. D.; M. S. ALMEIDA PRADO POR & E. C. OLIVEIRA. 1984. The mangal of the estuary and lagoon system of Cananéia (Brazil). In: POR, F. D. & DOR, I. (eds.), **Hydrobiology of the mangal**, 211-228.
- PRITCHARD, D. W. 1967. Observations of circulation in coastal plain estuaries. In: LAUFF, G. (ed.), **Estuaries**. Washington, Am. Ass. Adv. Sci.: 37-44.
- RANWELL, D. S. 1979. Strategies for the management of coastal systems. In: Jefferies, R. I. & A. J. Davy, **Ecological processes in coastal environments**. Blackell Sci. Publ., 515-527.
- REGNAULT, M.; R. BOUCHER-RODONI; G. BOUCHER & P. LASSERRE. 1988. Effects of macrofauna excretion and turbulence on inorganic nitrogenous exchanges at the water-sediment interface. Experimental approach in microcosms. **Cah. Biol. Mar.**, 29:427-444.

- RHOADS, D. C. 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.**, 12:263-300.
- RHOADS, D. C. & D. K. YOUNG. 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediments stability and community trophic structure. **J. Mar. Res.**, 28(2):150-178.
- RICARD, M. 1984. Primary production in mangrove lagoon waters. In: POR, F. D. & DOR, I. (eds.), **Hydrobiology of the mangal**. 163-177.
- ROBINEAU, B. & J. MARCHAND. 1984. Distribution des communautes macrozoobenthiques des substrats meubles de l'estuaire interne de la Loire (France). **J. Rech. Océanogr.**, 9 (4):146-149
- SADOWSKY, V. 1952. Observações sobre as modificações em curso na entrada de Cananéia, de sua barra e da região adjacente. I. Desgaste das costas N° 1. Ponta da Trincheira. **Ibid.**, 3 (1/2): 201-212.
- 1953. Modificações em curso na entrada da barra de Cananéia. **Ibid.**, 4 (1/2):191-214.
- 1954. Novas contribuições ao estudo da entrada da barra de Cananéia. **Ibid.**, 5 (1/2):151-178.
- SCHMIDT, G.; Y. SCHAEFFER-NOVELLI; R. R. ADAIME. 1990. Estimativa de carbono, fósforo e cinzas na serapilheira do mangue de Cananéia (25° 01'S-47° W) e sua correlação com a salinidade e a estação do ano. Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e

Sudeste Brasileira: Estrutura, função e manejo. Publicação ACIESP nº 71-2. Vol 2:127-131.

SHAEFFER-NOVELI, Y.; H. de S. L. MESQUITA & G. CINTRON-MOLERO. 1990. The Cananéia lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Estuaries*, **13** (2):193-203.

SUNDBY, B.; C. GOBEIL; N. SILVERBERG & A. MUCCI. 1992. The phosphorus cycle in coastal marine sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **37**(6):1129-1145.

TARARAM, A. & Y. WAKABARA. 1987. Benthic fauna living on *Spartina alterniflora* of Cananéia estuarine region (25° 02'S - 47° 56'W). *Bolm. Inst. oceanogr.* São Paulo, **35** (2):103-113.

TIMMS, B. V. 1983. A study of benthic communities in some shallow saline lakes of western Civtoria, Autralia. *Hydrobiologia*, **105**:165-177

TOMMASI, L. R. 1970. Observações sobre a fauna bêntica do complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP). *Bolm. Inst. oceanogr.* São Paulo, **19**:43-56.

TOURTELLOTTE, G. H. & D. M. DAUER. 1983. Macrobenthic communities of the Lower Chesapeake Bay. II. Lynnhaven Roads, Lynnhaven Bay, Broad Bay, and Linkhorn Bay. *Int. Revue ges Hydrobiol.*, **68** (1):59-72

TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1995. *Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo.* Guia de

identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos. PPG-ERN/UFSCAr. 229pp

van KESSEL, J. F. 1978. The relation between redox potential and denitrification in a water sediment system. **Water Research**, 12:285-290

WAKABARA, Y.; A. S. TARARAM & M. N. FLYNN. 1993. Importance of the macrofauna for the feeding of young fish species from infralitoral of arrozal-Cananéia lagoon estuarine região (25° 02' S-47° 56' W)- Brazil. **Bolm. Inst. oceanogr.**, São Paulo 41 (1/2):39-52.

WILSON, J. G; M. BRENNAN & B. BRENNAN. 1993. Horizontal and vertical gradients in sediment nutrients on mudflats in the Shannon Estuary, Ireland. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, 27(2-4):173-180

YAMADA, H. & M. KAYAMA. 1987. Distribution and dissolution of several forms of phosphorus in coastal marine sediments. **Oceanol. Acta**, 10 (3):311-321

YSEBAERT, T.; P. MEIRE; D. MAES & L. BUIJS. 1993. The benthic macrofauna along the estuarine gradient of the Shelde Estuary. **Netherlans Journal of Aquatic Ecology** 27 (2-4):327-341

ZOBELL, C. E. 1946. Studies on redox potential of marine sediments. **Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.**, 30 (4):477-513.