

## ZOOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR DA QUALIDADE AMBIENTAL NO ESTUÁRIO DO RIO ANIL, SÃO LUÍS, MARANHÃO

Ana Luiza Privado Martins<sup>1</sup>  
Maria José Saraiva Lopes<sup>2</sup>  
Odylon Teixeira de Melo<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho foi realizado no estuário do Rio Anil, São Luís, Maranhão, onde foi analisada a estrutura da comunidade zooplancônica, com a finalidade de serem obtidas informações sobre qualidade ambiental através do estudo da composição, densidade, diversidade, abundância relativa e frequência de ocorrência desses organismos. Foram efetuadas coletas mensais entre dezembro/2004 e maio/2005. Fixaram-se quatro estações de amostragem, onde foram realizados arrastos horizontais na superfície da água. O material coletado foi acondicionado em frascos e conservado em formol a 4%. Dados hidrológicos também foram simultaneamente coletados. Verificou-se neste estuário uma grande densidade de organismos zooplancônicos, sendo as larvas de Polychaeta e os nauplii de Copepoda os mais significativos. As estações à montante do estuário (1 e 2) apresentaram elevada densidade zooplancônica e índice de diversidade reduzido, enquanto as estações à jusante (3 e 4) foram caracterizadas por apresentarem densidade reduzida e índice de diversidade mais elevado. As análises estatísticas demonstraram que a densidade apresentou correlação com o pH, o oxigênio dissolvido e os nutrientes (fosfato, amônio e nitrato), enquanto a diversidade esteve correlacionada com a salinidade, o pH, o oxigênio dissolvido e os nutrientes (exceto nitrato).

Palavras-Chave: zooplâncton, rio Anil, bioindicador, estuário

### ABSTRACT

#### ZOOPLANKTON AS BIOINDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY AT ANIL RIVER ESTUARY, SÃO LUÍS, MARANHÃO

This study was realized at Anil river estuary, São Luís, Maranhão, where was analyzed the structure of the zooplankton community, to obtain information about the environmental quality through study of composition, density, relative abundance and occurrence frequency of these organisms. Monthly collects were effectuated between December/2004 and May/2005. Four collect stations were fixed, where horizontal drags were realized in water surface. The collected material was packed in bottles and it was preserved in formol at 4%. Hydrologic variables were collected simultaneously. A big density of zooplankton organisms was verified in this estuary, and the Polychaeta larvae and the Copepoda nauplii were the most significatives. The stations in the inner of the estuary (1 and 2) presented high density of zooplankton and low diversity, while the stations at the mouth (3 and 4) were characterized to present low density and highest diversity. Statistics analyzes demonstrated that density presented correlation with pH, dissolved oxygen and nutrients (phosphate, ammonium and nitrate), while diversity was correlated with saltiness, pH, dissolved oxygen and nutrients (except nitrate).

Keywords: zooplankton, Anil river, bioindicator, estuary

<sup>1</sup> Bióloga graduada pela Universidade Federal do Maranhão

<sup>2</sup> Professor adjunto do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão  
E-mail: aluma\_2004@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos tem merecido ampla discussão em razão da degradação qualitativa e quantitativa dos mesmos. Atualmente, a preocupação é com o controle dos dejetos industriais e domésticos que, via de regra, são lançados nos corpos de água. No estado do Maranhão, apesar de haver grande disponibilidade hídrica, tem-se observado nos últimos anos problemas ambientais nos corpos d'água das suas principais bacias, os quais são oriundos da ocupação antrópica e provocados por uso de práticas agroecológicas, comprometendo os mananciais (Brasil, 2002), bem como as áreas de manguezais.

O estudo do zooplâncton pode ajudar no monitoramento dos efeitos poluidores de despejos domésticos e industriais (Adema, 1979), pois esses organismos possuem grande sensibilidade ambiental e respondem a diversos tipos de impactos, tanto pela alteração na sua quantidade como na composição e diversidade da comunidade (Coelho-Botelho, 2002). Eles apresentam espécies bioindicadoras, fornecendo dados relevantes sobre processos que interagem no meio, sendo influenciados pelas condições abióticas e bióticas (Neumann-Leitão *et al.*, 1991).

Apesar da importância de estudos sobre a comunidade zooplanctônica para estes ambientes, são poucos os trabalhos até então desenvolvidos nestes ecossistemas, podendo-se citar aqueles realizados por Eskinazi-Sant'Anna & Tundisi (1996), no estuário do Pina, Pernambuco; Silva *et al.* (1996), no estuário do rio Capibaribe, Pernambuco; Lopes (1996) no estuário da Estação Ecológica da Juréia-Itatins, região sudeste do Brasil. No rio Anil destacam-se os trabalhos efetuados por Lopes (1981, 2000, 2002), onde são enfatizadas a caracterização, a abundância, a distribuição e a sucessão da comunidade zooplanctônica.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade zooplanctônica como bioindicadora da qualidade ambiental no estuário do rio Anil, São Luís, Maranhão, fazendo correlação com as variáveis hidrológicas.

## MATERIALE MÉTODOS

### Área de Estudo

O Rio Anil localiza-se a noroeste da ilha de São Luís. Possui 13,8 km de extensão e nasce na Chapada do Tirirical (SEMA, 1996). A área estudada corresponde ao estuário desse rio, localizado geograficamente na parte ocidental da ilha de São Luís, entre as coordenadas geográficas: 02°29'14"S–02°34'47"S e 44°12'55"W–44°19'15"W. Apresenta leito margeado por vegetação de mangues, recebendo grande influência das marés salinas na maior parte de seu percurso (Gerco, 1998). Caracteriza-se por um grande número de palafitas nas suas margens.

Para este estudo foram fixadas quatro estações de coleta com auxílio de GPS, localizadas próximas aos pontos de provável lançamento de esgoto (Figura 1):

**Estação 1** – próxima à Ponte da Vila Palmeira, à montante do estuário, com grande influência do aporte limnético (Lat: 2°32'27,7"S; Long: 44°15'06,9"W);

**Estação 2** – na região do Porto de Roma, cujas imediações abrigam de um lado o Hospital Sara Kubstcheck e a indústria MERCK Produtos Químicos; e do outro, o conjunto habitacional IPASE (Lat: 2°22'14,3"S; Long: 44°15'77,8"W);

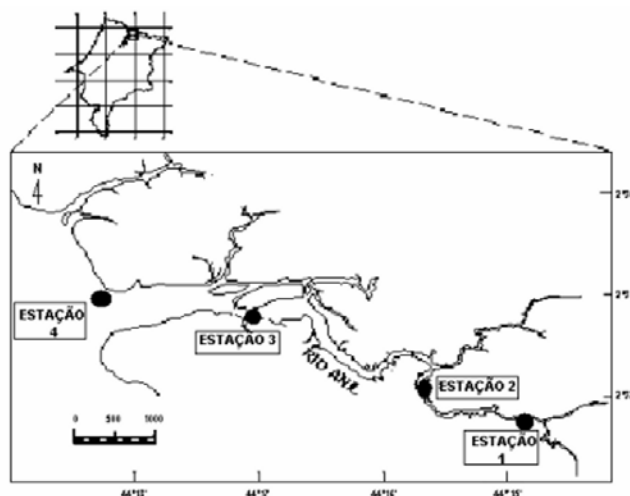
**Estação 3** – próxima ao Porto da Cambôa, ao lado da ponte Bandeira Tribuzzi, (Lat: 2°31'36,4"S; Long: 44°17'28"W);

**Estação 4** – nas proximidades da foz do rio, caracterizada pela grande influência de águas oceânicas costeiras, oriundas da baía de São Marcos (Lat: 2°30'69,6"S; Long: 44°18'74"W).

### Procedimento de Campo

O estudo do zooplâncton foi efetuado com intervalos mensais de amostragem, no período de Dezembro/2004 a Maio/2005, totalizando 6 campanhas e 24 amostras. As coletas ocorreram em marés de sizígia. As mesmas eram iniciadas em preamar a partir da estação 1, devido às dificuldades de realização dos arrastos em baixa-mar nas estações à montante do estuário.

As amostras foram obtidas com rede de malha de 65 µm de abertura e 30 cm de diâmetro de boca à qual foi acoplado um fluxômetro, para quantificar o volume de água filtrado pela rede. Os arrastos horizontais superficiais na lâmina d'água tiveram duração de 5 minutos cada, utilizando-se uma lancha de pequeno porte com motor de popa, desenvolvendo velocidade moderada.



**Figura 1.** Mapa do estuário do rio Anil, com localização das estações de coleta.

da (1,5 nós), de maneira a cobrir o máximo de cada ponto pré-estabelecido. Todo o material foi preservado em formol a 4% e neutralizado com tetraborato de sódio, segundo a técnica de Newell & Newell (1963).

Para melhor entendimento da dinâmica biótica, concomitantes às coletas do zooplâncton, foram feitas observações *in situ* e coletas superficiais de amostras de água para a determinação de algumas variáveis abióticas. A transparência foi medida utilizando-se um disco de Secchi, enquanto a profundidade foi mensurada com uso de um fio de prumo. As amostras de água para determinação do oxigênio dissolvido (OD) foram tomadas com um amostrador do tipo “Van Dorn”, enquanto as amostras para determinação do pH, salinidade e nutrientes (amônio, nitrato e fosfato) foram diretamente coletadas com o próprio frasco de armazenagem.

#### Procedimento de Laboratório

A análise quali-quantitativa do zooplâncton foi efetuada em microscópio binocular Olympus e estereomicroscópio STEMI SV 6 da ZEISS. Os organismos, sempre que possível, foram identificados ao nível de espécie.

A densidade total do zooplâncton foi estimada através do método de sub-amostragens, onde cada amostra era diluída e previamente homogeneizada, da qual era retirada para conta-

gem, de 1 a 2 ml (dependendo da concentração da amostra) utilizando-se um amostrador graduado. Os organismos menores (rotíferos e tintinidos) foram identificados e quantificados em câmaras de Sedgwick-Rafter sob microscópio óptico de boa resolução. Os organismos maiores (copépodos, larvas e outros) foram contados em placas milimetradas sob estereomicroscópio binocular.

Nas análises laboratoriais das variáveis físico-químicas da água, foi utilizado o Potenciômetro Hanna para medição do pH e da salinidade. A análise dos nutrientes foi realizada utilizando-se Espectrofotômetro UV-VIS. A determinação do oxigênio dissolvido foi feita através do método químico (Winkler, modificado por Golterman *et al.*, 1978).

#### Análise dos Dados

Foram estimadas densidade, abundância relativa e frequência de ocorrência dos organismos.

Para a abundância relativa, foi utilizado o seguinte critério de classificação (Dajoz modificado, 1978): ausente (0%), raro (entre 0% e 10%), pouco abundante (entre 10% e 40%), abundante (entre 40% e 70%) e dominante (maior que 70%).

Os resultados da frequência de ocorrência foram classificados de acordo com o seguinte critério (Dajoz modificado, 1978): esporádico (menor que 10%), pouco freqüente (entre 10% e 40%), freqüente (entre 40% e 70%) e muito freqüente

(maior que 70%).

O índice de Riqueza de Margalef, o índice de Diversidade de Shannon e a Equitabilidade de Pielou foram determinados utilizando-se a matriz de dados brutos da densidade de cada táxon. Para esses cálculos foi utilizado o pacote computacional PRIMER 5.0 (2001).

Efetuararam-se também análises estatísticas de correlação entre as variáveis bióticas (densidade e índice de diversidade zooplânctônica) e abióticas (profundidade, transparência, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e nutrientes), utilizando-se o programa STATISTICA 6.0 (2001). Para tanto, fez-se uso do coeficiente de correlação de Pearson.

## RESULTADOS

### Dados hidrológicos

Durante o período estudado, a transparência da água variou entre 20 cm (estação 1/fevereiro) e 77 cm (estações 2 e 3/maio). A profundidade teve uma variação de 2,34 m (estação 4/janeiro) e 6,73 m (estação 1/maio). A salinidade alcançou o mínimo de 4,1‰ (estação 1/maio) e o máximo de

34,2‰ (estação 4/janeiro). O pH atingiu o mínimo de 6,70 (estação 1/dezembro) e o máximo de 7,87 (estação 4/março). A taxa de oxigênio dissolvido variou entre 0,01 mg/L (estação 1/dezembro) e 4,96 mg/L (estações 3 e 4/janeiro) (Tabela 1).

Com relação aos nutrientes, o valor mínimo de amônio ( $\text{NH}_4$ ) foi de 0,57  $\mu\text{M}$  (estação 4/janeiro) e o máximo alcançou 77,81  $\mu\text{M}$  (estação 1/dezembro). O nitrato ( $\text{NO}_3$ ) variou entre 0,89  $\mu\text{M}$  (estação 4/maio) e 7,98  $\mu\text{M}$  (estação 1/dezembro). O valor mínimo do fosfato ( $\text{HPO}_4$ ) foi de 0,03  $\mu\text{M}$  (estação 4/maio) e o máximo chegou a 2,98  $\mu\text{M}$  (estação 1/dezembro) (Tabela1).

### Dados do zooplâncton

#### Composição taxonômica

Para o período amostral foram identificados 49 táxons, sendo registrados constituintes de diversos filos. Entre os grupos presentes destacam-se: Crustacea, Annelida, Rotifera, Nematoda, Mollusca, Chaetognatha e Chordata. Dentre estes, a classe Crustacea foi bastante significativa, destacando-se a subclasse Copepoda, com 23 espécies.

**Tabela 1.** Variáveis hidrológicas registradas no estuário do rio Anil, de dezembro/2004 a maio/2005.

Mês	Estação	Maré	Transparência (cm)	Profundidade (m)	Salinidade (‰)	pH	OD (mg/L)	$\text{NH}_4$ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{NO}_3$ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{HPO}_4$ ( $\mu\text{M}$ )
Dez/04	1	Preamar	26,0	2,50	16,8	6,70	0,01	77,81	7,98	2,98
	2	Preamar	27,0	2,50	25,6	7,05	0,18	72,53	6,16	1,78
	3	Baixamar	60,0	4,30	33,5	7,62	2,33	8,17	5,99	0,51
	4	Baixamar	28,0	3,05	34,1	7,80	3,04	7,21	5,68	0,38
Jan/05	1	Preamar	25,0	3,65	18,1	6,90	1,65	25,75	4,69	1,30
	2	Preamar	28,0	3,88	24,5	7,11	3,00	20,54	4,39	1,27
	3	Baixamar	57,0	5,40	34,0	7,76	4,96	1,69	4,28	0,10
	4	Baixamar	40,0	2,34	34,2	7,79	4,96	0,57	3,87	0,06
Fev/05	1	Preamar	20,0	3,10	15,6	6,85	0,02	61,00	7,65	2,32
	2	Preamar	33,0	4,32	26,7	7,32	1,31	58,56	6,97	1,97
	3	Baixamar	36,0	6,28	33,1	7,68	2,56	8,43	6,47	0,85
	4	Baixamar	44,5	3,94	34,1	7,81	2,92	7,58	5,19	0,54
Mar/05	1	Preamar	29,0	3,10	9,0	7,36	0,68	67,48	6,14	2,59
	2	Preamar	27,0	4,35	17,0	7,47	1,81	43,19	6,18	1,21
	3	Baixamar	44,0	6,38	24,0	7,77	2,99	12,16	5,14	0,09
	4	Baixamar	70,0	3,10	25,0	7,87	3,34	13,02	4,58	0,91
Abr/05	1	Preamar	36,0	2,41	6,0	7,10	0,98	42,15	4,81	2,60
	2	Preamar	47,0	3,50	15,0	7,39	1,09	43,64	4,30	1,55
	3	Baixamar	60,0	4,90	18,0	7,72	2,33	14,03	3,11	0,85
	4	Baixamar	53,0	5,19	22,0	7,84	3,11	1,54	3,01	0,07
Mai/05	1	Preamar	48,5	6,73	4,1	7,18	0,94	17,33	4,52	2,67
	2	Preamar	77,0	4,00	13,6	7,44	2,98	15,29	4,01	0,25
	3	Baixamar	77,0	3,08	24,3	7,69	4,14	3,32	3,27	0,08
	4	Baixamar	44,5	2,58	26,4	7,75	4,76	0,80	0,89	0,03

**Composição do zooplâncton no estuário do rio Anil, entre dezembro/04 a maio/05****PHYLLUM CNIDARIA**

Classe Hydrozoa

Ordem Hidromedusae

**PHYLLUM BRYOZOA**

Cyphonautes (larva)

**PHYLLUM MOLLUSCA**

Classe Gastropoda (véliger)

Classe Bivalvia (véliger)

**PHYLLUM ANNELIDA**

Classe Polychaeta (larva)

**PHYLLUM NEMATODA****PHYLLUM ARTHROPODA**

Classe Crustacea

Subclasse Copepoda

Ordem Calanoida

Família Arcartiidae G. O. Sars, 1900

*Acartia lilljeborgi* Giesbrechti, 1892*Acartia tonsa* Dana, 1848

Família Paracalanidae Giesbrechti, 1892

*Paracalanus crassirostris* F. Dahl, 1894*Paracalanus* sp.

Família Eucalanidae Giesbrecht, 1892

*Eucalanus pileatus (saravatae)* Oliveira, 1945

Família Centropagidae Giesbrechti, 1892

*Centropages velificatus (furcatus)* Bjornberg, 1963

Família Diaptomidae

*Notodiaptomus* sp.

Família Pseudodiaptomidae G. O. Sars, 1903

*Pseudodiaptomus acutus* (F. Dahl, 1894)*Pseudodiaptomus marshi* Wright, 1936

Família Temoridae Giesbrecht, 1892

*Temora stylifera* (Dana, 1848)*Temora* sp.

Família Pontellidae Dana, 1853

*Calanopia americana* F. Dahl, 1894*Labidocera* sp.

Ordem Cyclopoida

Família Oithonidae Dana, 1853

*Oithona hebes* Santos, 1973*Oithona oswaldocruzi* Oliveira, 1945

Família Clausidiidae Embleton, 1901

*Hemicyclops thalassius*

Família Cyclopidae

*Mesocyclops* sp.*Thermocyclops* sp.*Cyclops* sp.*Apocyclops panamensis* (Marsh, 1913)

Ordem Harpacticoida

Família Euterpinidae

*Euterpina acutifrons* Dana, 1852

Família Canthocampidae

*Attheyella* sp.

Família Ectinosomatidae Sars, 1903

*Macrosetella* sp.

Sub-classe Cirripedia (nauplii e cypris)

Sub-classe Malacostraca

Ordem Isopoda

Ordem Amphipoda

Ordem Decapoda

*Lucifer faxoni* Borradaile

Brachyura (zoea e mysis)

Outros Decapoda (larva)

Classe Insecta (larva)

**PHYLLUM CHAETOGNATHA**

Classe Sagittoidea

*Sagitta* spp.**PHYLLUM CHORDATA**

Sub-phylum Gnatostomata

Superclasse Pisces

Classe Osteichthyes (ovo e larva)

**PHYLLUM ROTIFERA**

Classe Monogononta

Ordem Ploima

Família Brachionidae

*Brachionus plicatilis* O. F. Muller, 1786*Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766

Família Lecanidae Bartos, 1959

*Lecane* sp.*Monostyla* sp.

Família Proalidae

*Proales* sp.**PHYLLUM CILLIOPHORA**

Classe Polyhymenophora

Ordem Oligotrichida

Sub-ordem Tintinnina

Família Ptychocylidae Kofoid e Campbell

*Favella ehrenbergi*

Família Codonellidae (Kent) Kofoid e Campbell

*Tintinnopsis* sp.

### Abundância Relativa

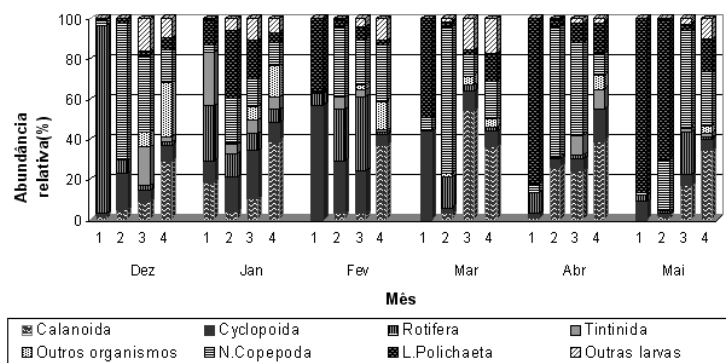
Os Rotifera (93,53%) destacaram-se entre os demais, com dominância na estação 1 (dezembro/04), seguidos pelos nauplii de Copepoda na estação 2 (março/05), com 72,34% e pelas larvas de Polychaeta nas estações 1 (abril/05 e maio/05) e 2 (maio/05), com 81,89%, 86,43% e 70,05%, respectivamente. As outras larvas foram raras em todas as amostras onde ocorreram. Os Tintinnina só não foram raros na estação 3 (dezembro/04) e na estação 1 (janeiro/05) (Figura 2).

Os Copepoda Calanoida foram abundantes na estação 3 (março/05), com 54,24% do total da amostra, se-

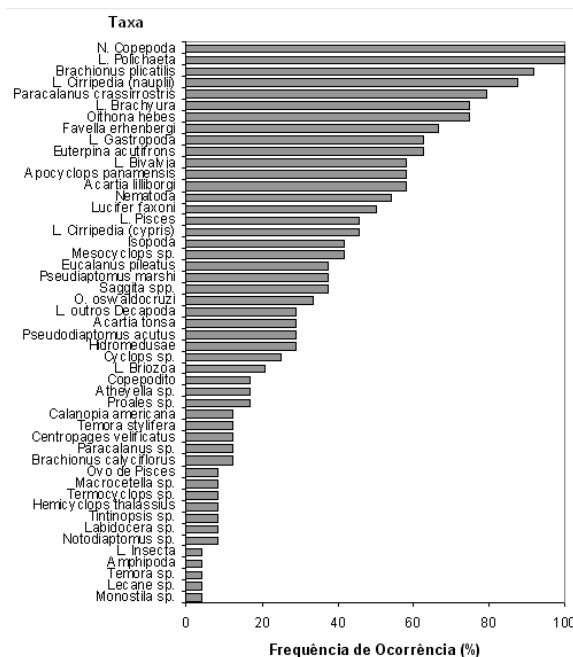
guidos pelos Cyclopoida na estação 1 (fevereiro/05 e março/05), com 56,58% e 44,22%, respectivamente.

### Frequência de Ocorrência

Os grupos zooplancônicos mais frequentes foram larvas de Polychaeta e nauplii de Copepoda, presentes em 100% das amostras. Dentre as outras larvas, destacam-se nauplii de Cirripedia (87,5%) e Brachyura (75%), como muito frequentes. Gastropoda (62,5%), Bivalvia (58,33%) e Pisces (45,83%) foram frequentes. Entre os Rotifera, destaca-se *Brachionus plicatilis* (91,67%) como espécie muito frequente (Figura 3).



**Figura 2.** Abundância relativa do zooplâncton no estuário do Rio Anil, entre dezembro/2004 a maio/2005.



**Figura 3.** Frequência de ocorrência dos organismos zooplancônicos no estuário do Rio Anil, entre dezembro/2004 e maio/2005.

Com relação aos Copepoda, a espécie mais freqüente foi *Paracalanus crassirostris* (79,17%) seguida pela *Oithona hebes* (75%). *Euterpina acutifrons* (62,5%), *Apocyclops panamensis* (58,33%) e *Acartia lilljeborgi* (58,33%) foram freqüentes. Em se tratando dos outros organismos, destacam-se *Favella erhenbergi*, Isopoda, Nematoda e *Lucifer faxoni* como freqüentes (Figura 3).

### Densidade de organismos

A densidade zooplancônica evidenciou valores significativos para o período estudado, tendo o seu máximo ocorrido na estação 1 (dezembro/04), atingindo 332.941 org/m<sup>3</sup>, seguida pela estação 2 do mesmo mês, com 207.482 org/m<sup>3</sup>. A menor densidade ocorreu na estação 4 (maio/05), alcançando apenas 4.393 org/m<sup>3</sup>. Em quase todos os meses (exceto em janeiro e abril/05) as densidades nas estações 1 e 2 foram maiores que nas estações 3 e 4 (Figura 4).

### Diversidade, Equitabilidade e Riqueza de organismos

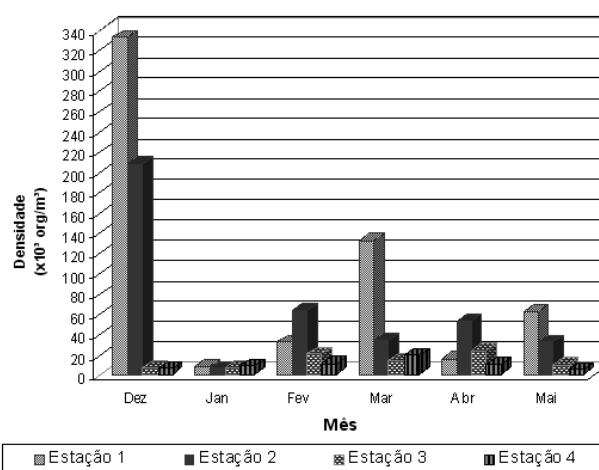
O índice de diversidade e a equitabilidade foram maiores na estação 3 (janeiro/05), com 3,00 bits.ind<sup>-1</sup> e 0,87, respectivamente; enquanto os menores valores ocorreram na estação 1 (dezembro/04), com 0,47 bits.ind<sup>-1</sup> e 0,14, respectivamente. O índice de riqueza alcançou o valor máximo na estação 4 (fevereiro/05), com 1,83; enquanto o menor ocorreu na estação 1, com 0,42 (março/05). Em todos os meses, o índice de diversidade foi maior nas estações 3 e 4, e menor nas estações 1 e 2 (Figura 5).

### Correlação entre as variáveis

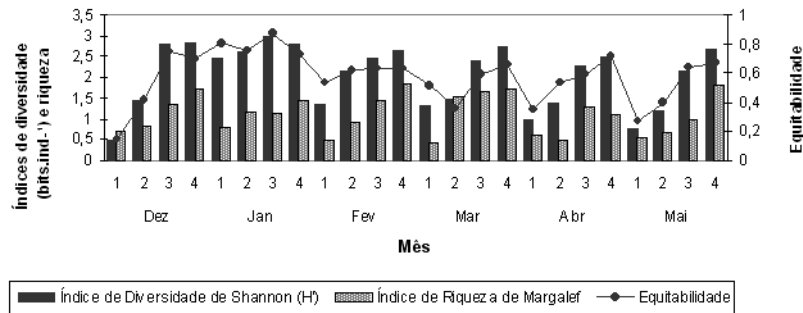
A densidade e o índice de diversidade apresentaram correlação negativa entre si. Foram observadas também correlações entre estas e algumas variáveis físico-químicas. A densidade esteve correlacionada negativamente com o pH e o oxigênio dissolvido, e positivamente com os nutrientes. A diversidade apresentou correlação positiva com a salinidade, o pH e o OD, e negativa com o NH<sub>4</sub> e o HPO<sub>4</sub> (Tabela 2). Essas correlações foram significativas (p<0,05).

**Tabela 2.** Correlação entre as variáveis físico-químicas e densidade e diversidade zooplancônica (Os valores correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson, sendo que aqueles marcados com \* indicam correlação significativa (p<0,05); OD: oxigênio dissolvido).

VARIÁVEL	Transparência	Profundidade	Salinidade	pH	OD	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	HPO <sub>4</sub>	Densidade	Diversidade
Densidade	-0.35	-0.29	-0.27	-0.59*	-0.62*	0.76*	0.52*	0.61*	1.00	-0.64*
Diversidade	0.22	0.14	0.82*	0.70*	0.77*	-0.72*	-0.39	-0.78*	-0.64*	1.00



**Figura 4.** Densidade zooplancônica no estuário do Rio Anil, entre os meses de dezembro/2004 e maio/2005.



**Figura 5.** Índice de diversidade, índice de riqueza e equitabilidade do zooplâncton no estuário do Rio Anil, de dezembro/2004 a maio/2005.

## DISCUSSÃO

Os valores referentes à transparência e à profundidade variaram bastante, devido principalmente ao regime da maré. As estações com os maiores valores de salinidade (3 e 4) revelam a influência do mar sobre estas, pois estão localizadas mais próximas à foz.

O pH não apresentou amplas variações, assim como ocorreu no trabalho de Lopes (2005) realizado em áreas estuarinas da Baía de São Marcos, Maranhão.

As maiores concentrações de oxigênio dissolvido ocorreram na estação 4, mas ainda assim, os valores registrados não alcançaram a concentração de 5 mg/L, que Freitas *et al.* (2005) consideram normal em ambiente estuarino.

Segundo Day *et al.* (1987), o  $\text{NH}_4$  possui um valor normal de até 5  $\mu\text{M}$  em estuários não-poluídos, sendo que em meios anóxicos e em locais próximos a efluentes urbanos, as concentrações são elevadas. Isso pode explicar os elevados valores registrados nas estações 1 e 2 do presente estudo, onde ocorreram as menores concentrações de oxigênio dissolvido.

De acordo com Baumgarten *et al.* (1996), as concentrações de  $\text{HPO}_4$  atingem até 1,2  $\mu\text{M}$  nos estuários não-poluídos. No presente estudo, foram observados valores maiores que esses nas estações 1 e 2.

No período estudado, a comunidade zooplancônica encontrada no estuário do rio Anil foi, em grande parte, tipicamente costeira, contribuindo os Copepoda com a maior variedade de espécies. Lopes (2002), em trabalho realizado na mesma localidade também encontrou resultados semelhan-

tes, com grande predominância de espécies desse grupo.

As larvas atingiram valores significativos no período amostrado, principalmente as de Polychaeta e os nauplii de Copepoda, especialmente nas estações 1 e 2. Segundo Lopes (2002), a presença destas em maior quantidade nas estações à montante do estuário certamente está relacionada às características ambientais seletivas mais acentuadas nestas áreas, como a baixa salinidade e a presença de substâncias húmicas e tânicas, oriundas da decomposição da vegetação marginal.

Sanches & Camargo (1995) observaram uma relação positiva entre densidade de formas jovens (especialmente náuplios) de organismos zooplancônicos e poluição orgânica em canais de mangue da ilha de Cananéia. De acordo com Souza-Pereira & Camargo (2004), com a introdução de matéria orgânica dissolvida e particulada pelo lançamento de esgotos orgânicos, há um aumento da quantidade de bactérias e protozoários que, provavelmente, são uma importante fonte de alimento para as formas jovens de copépodos estuarinos. Isso causa uma elevação na densidade desses organismos.

Silva *et al.* (1996) encontraram no estuário do rio Capibaribe, ambiente bastante poluído do estado de Pernambuco, espécies de Rotifera, com destaque para *B. plicatilis*. No estuário do Pina, área caracterizada pelo recebimento de esgotos domésticos e industriais, nesse mesmo estado, esses organismos também ocorreram (Eskinazi-Sant'Anna & Tundisi, 1996). Essa espécie foi bastante freqüente no período estudado no rio Anil. Em sistemas eutrofizados, consumidores de pequeno tamanho como algumas espécies de rotíferos e pequenos



copépodos (como os cyclopóides) podem tornar-se abundantes, caracterizando uma cadeia alimentar detritica (Hillbricht-Ilkowska, 1972; Pejler, 1983).

Os Nematoda são muito encontrados em mananciais de áreas urbanizadas da Costa de Tamandaré, onde a concentração de nutrientes é muito elevada. Isso é um indicador de poluição orgânica nessa área e em toda a extensão do rio Maceió, onde também ocorrem elevadas densidades desses organismos, sendo que larvas de Polychaeta e náuplios de Copepoda também foram encontrados em amostras desse rio (Porto Neto, 2003). Larvas de Polychaeta e náuplios de Copepoda foram bastante abundantes e frequentes no presente estudo, porém os Nematoda não alcançaram abundância elevada. É importante ressaltar que os Nematoda, por motivos de circulação ou correntes, podem não ser disponibilizados na coluna d'água, ficando retidos no bônitos. Por isso, podem ser pouco abundantes.

Os Tintinnina foram raros na maioria das amostras. De acordo com Bjornberg (1981), a presença deles é influenciada pela salinidade e a abundância é favorecida em locais não poluídos.

Com relação ao índice de diversidade taxonômica, as estações à montante (1 e 2) registraram os menores valores. Esse índice esteve correlacionado negativamente com a densidade. Em trabalho realizado por Porto Neto *et al.* (1999), no canal de Santa Cruz (Pernambuco), as diversidades mais baixas ocorreram em locais onde há muitos despejos de dejetos urbanos e industriais. Segundo a ADEMA (1979), a diversidade taxonômica está diretamente relacionada com o grau de perturbação de um determinado ambiente, sendo que modificações na composição da água causadas por poluentes certamente levarão a uma diminuição do número de espécies, favorecendo o desenvolvimento de certas outras oportunistas, que atingirão grandes densidades populacionais.

De acordo com Watkins & Cabelli (1985), as maiores concentrações de nutrientes em águas poluídas por efluentes domésticos resultam em uma maior bioestimulação de fitoplâncton que, de forma indireta, aumenta a população zooplânctônica. Isso pode explicar a correlação positiva entre densidade de organismos e concentração de nutrientes verificada no período amostral.

Águas fortemente poluídas por matéria orgânica, especialmente esgoto doméstico, apresentam uma fauna restrita a um pequeno número de espécies

es capazes de sobreviver em baixas concentrações de oxigênio dissolvido e altas concentrações de matéria orgânica dissolvida e particulada (Pennak, 1991), o que realmente é constatado no estuário do Rio Anil, principalmente nas estações 1 e 2.

#### AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Antônio Carlos Leal de Castro, pela ajuda nas análises estatísticas. Aos técnicos do LABOHIDRO, pela colaboração durante a realização do trabalho de campo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMA – ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 1979. **Levantamento Ecológico para Estudo de Impacto Ambiental**. Sergipe.
- BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B. & NIENCHESKI, L. F. H. 1996. **Manual de análises em oceanografia química**. Rio Grande: Ed. FURG. 132 p.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1981. **Copepoda**. Mar del Plata: INIDEP. 461 p.
- BRASIL. 2002. Agência Nacional de Águas. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. (Edição Comemorativa do Dia Mundial das Águas). Brasília, DF: [s.n]. 64 p.
- COELHO-BOTELHO, M. J. 2002. Influência da transposição das águas do reservatório Billings para o reservatório Guarapiranga (São Paulo) na comunidade zooplânctônica. I. Período chuvoso (1997 a 2001). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 24. **Resumos...Itajaí**: [s.n.].
- DAJOZ, R. 1978. **Ecologia Geral**. Petrópolis: Vozes LTDA. 3 ed. 472 p.
- DAY JÚNIOR, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M. & YANES-ARANCIBIA, A. 1987. **Estuarine ecology**. Chichester: A Wiley-Interscience Publication/ John Wiley & Sons. 557 p.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. & TUNDISI, J. G. 1996. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Rev. Bras. Oceanogr.**, São Paulo, 44 (1): 23-33.
- GERCO. 1998. **Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro-Hidrologia**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Coordenadoria de Programas Especiais. Governo do Estado do Maranhão. São Luís.

- GOLTERMAN, H. L.; CLIMO, R. S. & OHNSTAD, M. A. M. 1978. **Methods for physical and chemical analyses of freshwaters**. Oxford: Blachwell Scientific Publications. 213 p.
- HILLBRICHT – ILKOWSKA, A. 1972. Interlevel energy transfer efficiency in planktonic food chains. **Proceedings of International Biological Programme**, England.
- LOPES, M. J. S. 1981. Zooplâncton no estuário do Rio Anil. São Luís-MA. **Bol. Lab. Hidrob.**, São Luís, 4 (1): 77-96.
- LOPES, R. M. 1996. Hydrography and zooplankton community structure: A comparative study among estuaries of the Juréia-Itatins Ecological Estation (Southeastern Brazil). **Nerítica**, Curitiba, 10: 27-40.
- LOPES, M. J. S. 2000. Sub-projeto Plâncton. In: UFMA/ LABOHIDRO. Percepção Ambiental como estratégia para subsidiar o manejo do Estuário do Rio Anil, Ilha de São Luís-MA. **Relatório Técnico**. São Luís.
- LOPES, M. J. S. 2002. Diversidade e abundância da comunidade zooplanctônica no Rio Anil, São Luís (MA), Brasil. In: Congresso Brasileiro de Zoologia, 24. **Resumos...** Itajaí.
- LOPES, M. J. S. 2005. Variabilidade temporal da diversidade do zooplâncton em áreas estuarinas sob influência de efluente industrial na Baía de São Marcos (São Luís – MA), Brasil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2., e Semana Nacional de Oceanografia, 17. **Resumos...** Vitória.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & CALIJURI, M. D. 1991. Distribuição e aspectos ecológicos do zooplâncton da represa do Lobo (Broa) – São Paulo. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4. **Anais...** Recife: [s.n].
- NEWELL, G. H.; NEWELL, R. 1963. **Marine plankton: a practical guide**. Hutchinson: Edutat. 221 p.
- PEJLER, B. 1983. Zooplanktic indicators of trophy and their food. **Hydrobiologia**, [S.l.], (101): 111-114.
- PENNAK, R. W. 1991. **Fresh water invertebrates of the United States**. 3 ed. New York: John Wiley et Sons Inc.
- PORTO NETO, F. F. NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO VIEIRA, D. A. SILVA, A. P. & SILVA, T. A. 1999. Variação sazonal e nictimeral do zooplâncton no canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco, Brazil. **Trab. Oceanog.**, Recife, 27 (2): 43-58.
- PORTO NETO, F. F. 2003. **Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandaré reef system (Pernambuco – Brasil): Anthropogenic influences and interaction with mangroves**. Dissertação – Universitat Bremen, Bremen. Disponível em: <<http://elib.suub.uni-bremen.de/publications/dissertations/E-diss699-porto.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2005.
- PRIMER. 2001. Programa estatístico. Versão 5.0. [S.l.]. CD-ROM.
- REITAS, S. S.; SANTOS FILHA, M. M. & CARVALHO, J. 2005. Determinação de nutrientes da coluna d'água do estuário do rio Poxim – SE. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 23. 2000, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: SBQ. v. 3. p. 49.
- SANCHES, A. K. & CAMARGO, A. F. M. 1995. Efeitos da poluição orgânica em um ambiente de mangue da ilha de Cananéia: Evidências a partir de variáveis físico-químicas e composição do zooplâncton. **Naturalia**, São Paulo, 20: 125-133.
- SEMA/CPE/GERCO-MA. 1996. **Carta da Dinâmica de Ocupação Espacial da Microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís**. Laboratório de Geoprocessamento. São Luís.
- SILVA, T. A.; PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S. & NOGUEIRA PARANHOS, J. D. 1996. Zooplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife – Pernambuco (Brasil). **Trab. Oceanogr.**, Recife, 24: 79-102.
- SOUSA-PEREIRA, P. E. & CAMARGO, A. F. M. 2004. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplanctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, 26 (1): 9-17.
- STATISTICA. 2001. Programa estatístico. Versão 6.0. Estados Unidos. CD-ROM.
- WATKINS, W. D. & CABELLI, V. J. 1985. Effect of fecal pollution on *Vibrio parahaemolyticus* densities in an estuarine environment. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington (DC), v. 49, n. 5, p. 1307-1313.