



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAPHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAPHIA

**DINÂMICA DO MICROZOOPLÂNCTON NO CANAL DE SANTA
CRUZ, PERNAMBUCO, BRASIL.**

ANDRÉA PINTO SILVA

RECIFE

2007

ANDRÉA PINTO SILVA

**DINÂMICA DO MICROZOOPLÂNCTON NO CANAL DE SANTA CRUZ,
PERNAMBUCO, BRASIL.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGO – UFPE), como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão

Co-Orientadora: Profa. Dra. Lucia Maria de O. Gusmão

RECIFE

2007

S586d

Silva, Andréa Pinto

Dinâmica do microzooplâncton no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil / Andréa Pinto Silva. – Recife : O Autor, 2007.

viii, 94 f.; il. Color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2007.

Inclui referências bibliográficas.

1. Oceanografia 2. Dinâmica do Microzooplâncton. 3. Transporte instantâneo do microzooplâncton 4. Estuários – Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE. I. Título.

551.46 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2007-56

**DINÂMICA DO MICROZOOPLÂNCTON NO CANAL DE SANTA
CRUZ, PERNAMBUCO, BRASIL**

ANDRÉA PINTO SILVA

Folha de Aprovação – Comissão Julgadora



**Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão (Orientadora) – Presidente
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)**



**Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes – Titular
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)**



**Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto – Titular
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)**



**Profa. Dra. Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna – Titular
(Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN)**



**Profa. Dra. Maria Eduarda de Larrazábal – Titular
(Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)**

**Prof. Dr. Moacyr Cunha de Araújo Filho – Suplente
(Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)**



**Prof. Dr. Ralf Schwamborn – Suplente
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)**

*“Um sonho que se sonha só é
só um sonho que se sonha só.
Um sonho que se sonha junto é realidade”.*
(Raul Seixas)

Dedico este trabalho aos meus pais, pela dedicação e incentivo em todos os momentos da minha vida, muitas vezes renunciando aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. E ao meu marido pela paciência e serenidade, que me ajudaram a superar os momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este trabalho, mais uma etapa de minha carreira foi cumprida. Com certeza, devo muito a todos que me apoiaram. Agradeço a Deus que sempre colocou pessoas maravilhosas no meu caminho, as quais contribuíram de forma efetiva no desenvolvimento deste trabalho.

A toda a minha família e em especial aos meus pais Marcos e Iris, que me abriram os caminhos, acompanhando-me dia-a-dia, nos momentos de decepção e descontrações. Aos meus irmãos Humberto, Henrique e Adriana pelo companheirismo e dedicações, sempre disponíveis a me ajudar.

Às minhas cunhadas e cunhado Ana Teresa e Ysley e José Carlos pelo interesse e estímulo.

Ao meu Marido Wellington Dias por todo o carinho e incentivo além da paciência em abrir mão dos nossos momentos de lazer em prol deste trabalho.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Sigrid Neumann Leitão, pelos indispensáveis ensinamentos desde o início da minha carreira científica, por estar sempre pronta a ajudar.

À Prof^a Dr^a Lucia Maria de Oliveira Gusmão pelo convívio e amizade, assim como pelos seus inumeráveis esclarecimentos profissionais e pessoais, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ralf Schwamborn, pelas valiosas sugestões, dedicação e paciência no acompanhamento deste trabalho.

Às minhas amigas Tâmara de Almeida e Silva e Sirleis Rodrigues Lacerda, pelo apoio e amizade, sempre incentivando e ajudando ao longo de todos estes anos de convívio.

À Prof^a Dilma de Aguiar Nascimento Vieira, pelo apoio e incentivo ao longo deste trabalho.

Aos amigos do zooplâncton, Mauro Melo, Pedro Castro, Valdilene Pessoa, Xiomara García, Fernando Porto, Tatiane Galdino e Aislan Cunha pelo apoio e amizade, sempre presentes, incentivando e ajudando em todas as etapas deste trabalho.

A Mariana Guenther, pelas sugestões e estímulos no acompanhamento deste trabalho.

Ao amigo Márcio Fonseca pelo incentivo e torcida para a realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Oceanografia, em especial ao Dr. Silvio Marcêdo, Dr^a Katia Muniz, Dr. Fernando Feitosa, Dr^a Luise Koenig pela amizade e ensinamentos passados durante o curso.

Aos funcionários do Departamento de Oceanografia, em especial a D. Edileuza, pelo incentivo no decorrer deste curso.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
3 DESCRIÇÃO DA ÁREA	4
4 METODOLOGIA	6
4.1 Etapa de campo	6
4.2 Etapa de laboratório	7
4.3 Tratamento numérico e estatístico dos dados	8
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5.1 Artigo 1 - Diversidade e estrutura da comunidade microzooplânctônica do Canal de Santa Cruz, PE.	12
5.2 Artigo 2 - Dinâmica e Transporte do microzooplâncton na Barra de Catuama (Canal de Santa Cruz) Itamaracá, PE.	30
5.3 Artigo 3 – Transporte instantâneo do microzooplâncton da barra Orange (Canal de Santa Cruz) Itamaracá, PE.	63
6 CONCLUSÕES	90
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

RESUMO

Estudos foram realizados visando obter informações sobre a dinâmica de transporte e a estrutura da comunidade microzooplânctônica da desembocadura norte ou barra de Catuama e da desembocadura sul ou barra Orange do Canal de Santa Cruz, Itamaracá (PE) em relação a plataforma costeira adjacente, levando em consideração diferentes fases de maré e diferentes níveis de profundidade. As amostras de plâncton foram coletadas em seis estações ao longo de dois transectos entre a costa e a ilha. Na estação central (Estação Meio ou convergência), as coletas foram realizadas em três níveis de profundidade (50 cm abaixo da superfície, meio e 50 cm acima do fundo). Nas estações laterais (Continente e Ilha) as amostras foram coletadas apenas na subsuperfície e acima do fundo. Todas as coletas foram realizadas em intervalos de 3 horas perfazendo um ciclo completo de maré diurna e noturna, durante as marés de sizígia e quadratura sendo realizadas nos dias (03 e 04/08/01) na desembocadura Sul ou Barra Orange e (05 e 06/08/01) na desembocadura Norte ou Barra de Catuama, sendo este um período de maré de sizígia, e nos dias (09 e 10/08/06) na desembocadura Sul (Barra Orange) e (11 e 12/08/01) nas desembocaduras norte (Barra de Catuama), sendo este um período de maré de quadratura. As amostras de plâncton foram coletadas com o auxílio de uma bomba de sucção. A água foi filtrada com rede de plâncton de 64 micrômetros, durante 3 a 5 minutos, filtrando aproximadamente 100 litros por minuto. Logo após a filtragem, o material foi fixado com formol a 4%, neutralizado com tetraborato de sódio. Antes da série amostral foi realizado um perfil completo de corrente de uma margem a outra utilizando-se um perfilador acústico de corrente (ADCP). Simultaneamente as coletas de plâncton, foi novamente medida a velocidade e direção da corrente com o ADCP (RD Instruments). Também foram obtidos dados de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido em todas as estações e profundidades. Em laboratório, as amostras foram pesadas em balança de precisão para determinação do peso úmido. Foram identificados 51 taxa na barra de Catuama e 44 na barra Orange. O holoplâncton predominou nas duas desembocaduras apresentando 70% de abundância relativa, sendo o taxon mais abundante nas duas desembocaduras, Copepoda na fase naupliar variando de 50 a 80% de dominância. Dentre os Copepoda destacaram-se *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons* e *Parvocalanus crassirostris*, grupo característico de áreas estuarinas. Nas estações onde os náuplius de Copepoda apresentavam menor dominância, foi observado um aumento de Protozoa, sendo responsável por esta dominância *Favella ehrenbergii*. A diversidade e equitabilidade foram baixas, indicando áreas em desequilíbrio, fato decorrente dos muitos impactos que a área vem recebendo nos últimos anos. Em relação aos padrões dinâmicos, tanto na barra Orange quanto na barra de Catuama dentre todos os fatores estudados que foram: fotoperíodo, profundidade, estações, fase de maré (sizígia e quadratura) e ciclo de maré (BM, EN, PM e VZ), apenas a fase e o ciclo de maré influenciaram nos parâmetros bióticos e abióticos, sendo os fatores estruturantes do microzooplâncton. No tocante ao transporte instantâneo do microzooplâncton foi observado que em ambas as barras os maiores valores foram positivos, ou seja, ocorreram associados à maré enchente implicando em importação de organismos e biomassa. As possíveis causas para este comportamento podem estar associadas a vários fatores, dentre eles, a forte influência marinha em determinados períodos, tamanho das desembocaduras ou baixa descarga de água doce. Por tudo que foi estudado observa-se que a plataforma costeira adjacente contribui significativamente para a estruturação da comunidade microzooplânctônica das barras Orange e Catuama.

Palavras chave: transporte, dinâmica, microzooplâncton, estuários.

ABSTRACT

Studies were carried out to assess the transport dynamics and the microzooplanktonic community structure from the south and north inlets of Santa Cruz Channel (Itamaracá – PE) in relation to the adjacent shelf, considering tidal phases and depth. Plankton samples were taken with a pump at three stations along a transect across the inlets. At the central station (Center or Convergence), three depth levels were sampled (50 cm below the surface, at midwater and 50 cm above the bottom), while at the lateral stations (Continent and Island stations), samples were taken only at subsurface and above the bottom. Samples were taken in 3-hour intervals during spring tide (03 to 04 august – Orange inlet and 05 to 06 August, 2001 – Catuama inlet) and neap tide (09 to 10 august – Orange inlet and 11 to 12 August, 2001 – Catuama inlet). Plankton samples were taken with a pump at three stations along a transect across the inlet. Sample water was pumped on board through a conical 64 µm mesh size plankton net for 3 to 5 minutes per sample, at approximately 100 litres per minute. Before each sampling series, a complete 3-D current profile from one margin to the other was obtained with an ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) probe mounted on a small vessel. Additionally, current velocity and direction was measured continuously with the ADCP (RD Instruments) during all plankton sampling stations. Temperature, salinity and dissolved oxygen data were also obtained at all stations. Wet weight data were obtained in the laboratory. 51 taxa were identified at Catuama and 44 at Orange inlet. The holoplankton presented 70% of total abundance, Copepoda in the naupliar phase dominating at both inlets (50 to 80% of abundance). Among Copepoda, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons* and *Parvocalanus crassirostris*, dominated which are characteristic of estuarine areas. In samples where Copepoda nauplii were less representative, Protozoa outranked, mainly *Favella ehrenbergii*. Diversity and evenness were low, indicating an unbalanced system, caused by the increasing anthropic impacts to the region. The dynamic pattern in both inlets in relation to the factors studied (photoperiod, depth, stations, tidal phase and cycle), showed that only the tidal phase and cycle influenced the biotic and abiotic factors, being important in structuring the zooplankton community. In relation to the instantaneous transport were observed positive values showing a net import of microzooplankton during flood tide. This may be caused by the high marine influence, large size of inlets and low freshwater discharge. It can be concluded, for the rainy season, that the adjacent shelf contributes to a higher flux of microzooplankton to the Santa Cruz Channel through the Orange and Catuama inlets.

Key Words: transport, dynamic, microzooplankton, estuary.

1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas contêm uma diversidade de organismos vivos, os quais apresentam nos seus processos vitais um padrão complexo de interdependência e interações, entre si e com o ambiente (Ricklefs, 1993). São ambientes dinâmicos, estando sujeitos a mudanças sazonais e progressivas. Os fatores que determinam o seu equilíbrio não são completamente compreendidos, sabendo-se que quanto mais estável menor sua resistência a mudanças naturais (Ovington, 1975).

Os ambientes estuarinos são regiões costeiras semifechadas sujeitas aos aportes dos rios e do fluxo marinho. Devido à sua alta produtividade e ao abrigo que oferecem aos organismos, os estuários com seus manguezais são áreas de alimentação importantes para as larvas e outras fases da vida de muitos peixes e invertebrados, que continuam mais tarde seu ciclo de vida no mar.

A exportação do plâncton, seston e nutrientes de estuários tropicais para a área costeira adjacente afeta as teias alimentares pelágicas marinhas. Muitos organismos do zooplâncton, como por exemplo as larvas de decápodos são exportadas de estuários com manguezais no Brasil e em outros países (Dittel e Epifanio, 1990; Dittel *et al.*, 1991; Schwamborn e Bonecker, 1996, Schwamborn *et al.* 1999).

As interações e conexões existentes entre os membros da teia trófica e o ambiente é tal, que a ação de qualquer espécie ou ação do ambiente nesta espécie, terá uma influência nas demais (Hunter e Price, 1992). É dentro deste contexto, que o zooplâncton composto por espécies indicadoras, que ocupam vários níveis tróficos e com curto ciclo de vida, se mostra como excelente “grupo chave”, na compreensão dos processos físicos que atuam em uma área, moldando a estrutura da comunidade através dos diversos mecanismos de interações entre as espécies e entre essas e o ambiente (Ormond *et al.*, 1997).

Dentre os ecossistemas tropicais estuarinos do Nordeste do Brasil, destaca-se o Canal de Santa Cruz, considerado o centro do sistema estuarino de Itamaracá e um dos ecossistemas aquáticos mais estudados no Brasil. Nele deságuam cinco rios principais. Em direção à plataforma costeira, recifes de arenito delimitam o sistema estuarino. Entre os recifes e a Ilha de Itamaracá, existe uma bacia rasa de aproximadamente 0,5 a 2 m de profundidade. Estudos recentes indicam que bancos de areia formam uma eficiente barreira entre a pluma estuarina e prados de fanerógamas de Itamaracá (Schwamborn e Silva, 1996). Além dos arrecifes, algas (*Halimeda* sp) são abundantes formando fundos de algas calcáreas (Kempf *et al.*, 1970; Barbosa, 1989).

As pesquisas sobre o zooplâncton para a região estuarina do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, norte de Pernambuco foram iniciadas na década de 70 tendo sido desenvolvidos uma série de trabalhos, entre os quais: Paranaguá e Nascimento (1973); Nascimento (1977); Paranaguá e

Koenig (1977); Santana (1978a e b); Paranaguá *et al.* (1979); Paranaguá e Koenig (1980); Paranaguá e Neumann-Leitão (1980, 1981); Paranaguá *et al.* (1981); Nascimento (1980, 1981); Nascimento e Paranaguá (1981); Paranaguá *et al.* (1982); Paranaguá (1982); Por e Almeida Prado-Por (1982) Paranaguá e Nascimento (1984); Neumann-Leitão *et al.* (1984); Paranaguá e Eskinazi-Leça (1985); Paranaguá *et al.* (1986); Schwamborn e Silva (1996); Schwamborn (1997); Porto Neto *et al.* (1999); Schwamborn *et al.* (1999) Silva *et al.* (2000), Paranaguá *et al.* (2000), Neumann-Leitão *et al.* (2001), entre outros.

Embora os estuários sejam muito estudados por causa da sua importância, assim como da acessibilidade, pouco se sabe sobre os pequenos processos que acontecem neles. E se reconhece que esses ambientes exibem uma variedade de fenômenos fronteiros convergentes dirigidos pelas forças de fluabilidade associadas com descarga de água doce e salgada (Nunes e Simpson, 1985), que só recentemente vêm sendo estudados. Mesmo sendo o Canal de Santa Cruz, um ecossistema bastante estudado, nenhuma pesquisa quantitativa foi realizada para avaliar a importância do transporte instantâneo do microzooplâncton entre o Canal de Santa Cruz e a plataforma costeira adjacente.

Desta forma, o estudo proposto disponibilizará dados quantitativos sobre um dos principais componentes participantes das interações estuário-costa. É um esforço único para quantificar os processos de troca entre um estuário tropical e a plataforma adjacente. Os resultados serão úteis na compreensão da dinâmica dos processos de trocas em estuários tropicais. A explícita consideração da heterogeneidade dos fluxos durante as amostragens e nos cálculos resultará em uma nova visão da ecologia estuarina tropical, que poderá ser utilizado em programas futuros de monitoramento dos impactos.

2 OBJETIVOS

- Conhecer a estrutura da comunidade microzooplanctônica nas desembocaduras norte e sul do Canal de Santa Cruz e definir os mecanismos de transporte das espécies mais representativas em pequena escala espaço-temporal, e sua relação com a produtividade costeira e a influência das zonas de convergência.
- Quantificar os organismos microzooplanctônicos participantes das trocas entre o Canal de Santa Cruz e a plataforma costeira adjacente, através das barras Orange e de Catuama e determinar o fluxo total dos organismos registrados, por fase de maré, através da desembocadura norte e sul do Canal de Santa Cruz.
- Avaliar os processos de exportação da biomassa zooplanctônica para a região costeira.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA

A ilha de Itamaracá está localizada no estado de Pernambuco, cerca de 50 km ao norte da cidade do Recife. Situa-se entre as latitudes 7° 34'00" S e 7° 55'16" S e entre as longitudes 34° 48'48" W e 34° 52'24" W.

Segundo Kempf (1970), a Ilha de Itamaracá não é afastada da costa, mas simplesmente isolada por um braço de mar penetrando no continente. Este braço de mar, denominado de Canal de Santa Cruz, possui uma extensão de 22 Km, e largura variável de 0,6 a 1,5 Km. Toda a área é rasa, com profundidade média dentro do Canal em torno dos 4-5 m, na maré baixa, e em alguns pontos muitas vezes a profundidade pode ser inferior a 2m.

O canal se comunica com o mar ao norte, pela barra Catuama, e ao sul, pela barra Orange, e recebe a influência continental através de vários rios, destacando-se, na parte norte, os rios Catuama, Carrapicho, Botafogo e Congo, e na parte sul, os rios Igarassu e Paripe. Ao todo, a bacia hidrográfica abrange cerca de 750 km² (Macêdo, 1974).

A plataforma continental adjacente à ilha de Itamaracá é estreita, não ultrapassando 20 milhas de largura. Sua parte interna está caracterizada pela presença de recifes, encontrados a uma profundidade de 2 metros, aproximadamente. Estes recifes têm uma estrutura coralínea (corais e algas calcárias incrustantes), estabelecida sobre um embasamento arenítico totalmente recoberto, apresentando uma densa cobertura algal com predominância de Chlorophyceae e Phaeophyceae. Próximo à costa, o substrato é constituído pela fácies de areia fluvial quartzosa e está densamente povoado por prados da fanerógama marinha *Halodule wrightii* (Magalhães *et al.*, 1997).

O ecossistema manguezal que margeia o Canal de Santa Cruz, em quase toda a extensão possui uma cobertura vegetal onde evidenciam-se os mangues: *Rhizophora mangle* L. com maior densidade, representando 74,3% de cobertura, seguida por *Laguncularia racemosa* Gaertn (19,9%), *Avicennia schaueriana* Staf e Leechman com 5,8% e, por fim, uma pequena participação de *Conocarpus erecta* L. (Schuler *et al.*, 2000).

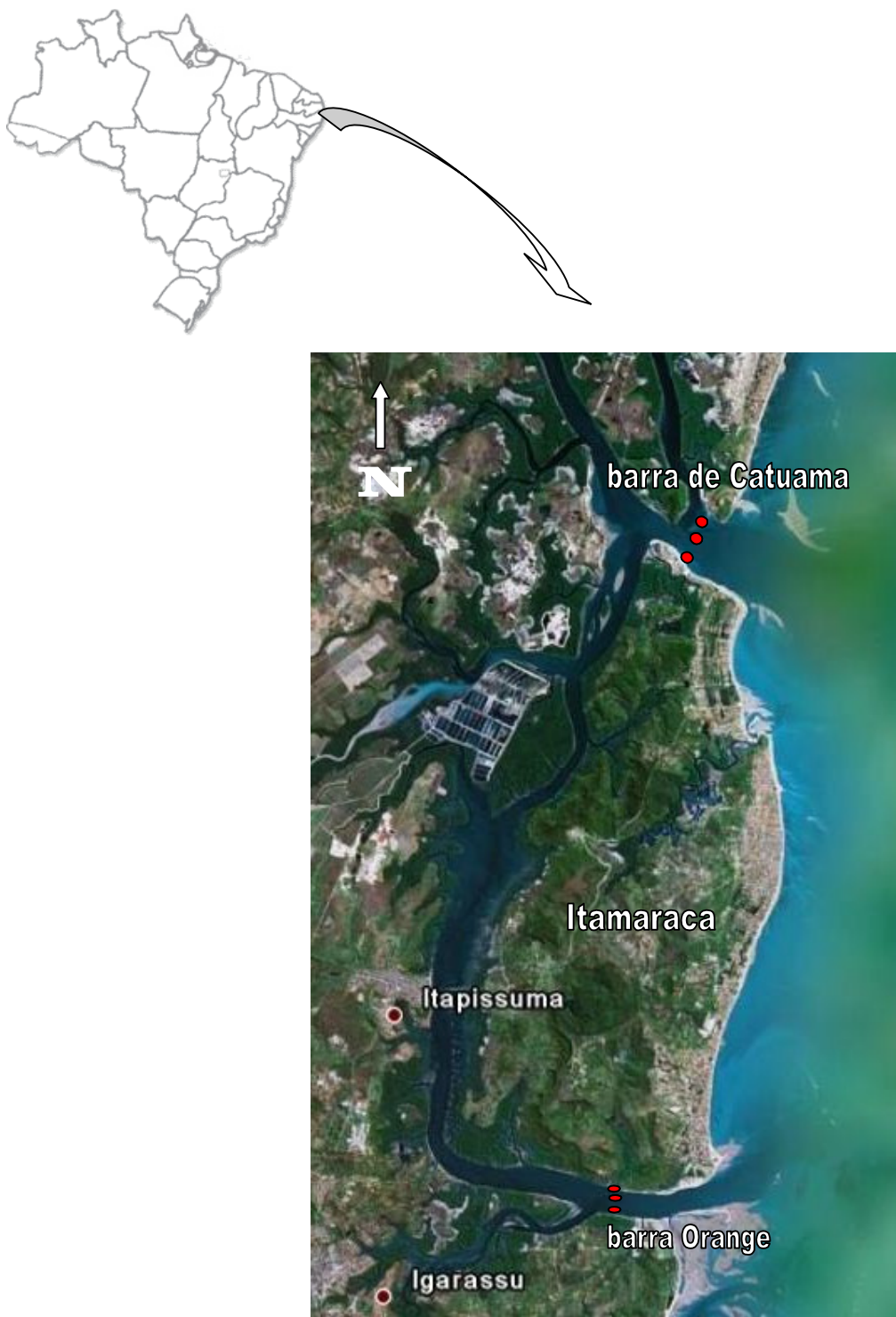


Figura 1 - Imagem de satélite do Sistema Estuarino de Itamaracá, Pernambuco, indicando os locais de coleta (Fonte: Imagem 2005 Digital Globe).

4 METODOLOGIA

4.1 Etapa de campo

As coletas foram realizadas nas desembocaduras Norte ou barra de Catuama e Sul ou barra Orange, do Canal de Santa Cruz, em intervalos de 3 horas, durante 24 horas, no período anual chuvoso (agosto/2001), nas marés de sizígia (3 e 4/08 na barra Orange; 5 e 6/08 na barra de Catuama) e quadratura (9 e 10/08 na barra Orange; 11 e 12/08 na barra de Catuama) (Figura 1).

Imediatamente antes de cada amostragem foi realizado um perfil de corrente por meio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) e cujas estações foram plotadas levando-se em consideração a localização da zona de convergência no momento da coleta. A partir do posicionamento da Estação Meio ou Convergência foram demarcadas uma estação equidistante entre a convergência e a terra firme (Estação Continente) e outra equidistante entre a convergência e a Ilha de Itamaracá (Estação Ilha). Em cada ponto de amostragem foram realizadas coletas em três níveis de profundidade para a estação Meio ou Convergência (superfície, meio e fundo) e em dois níveis de profundidade para as outras duas estações (superfície e fundo).

Em cada estação, as amostras de microzooplâncton foram obtidas com o auxílio de uma bomba de sucção, acoplada a uma embarcação movida a motor. A água foi filtrada com rede de plâncton com 64µm de abertura malha. Dependendo da concentração de material em suspensão, o período de bombeamento da água variou de três (3) (maior parte das coletas realizadas durante a maré de sizígia) a cinco (5) minutos (coletas realizadas durante a maré de quadratura). Logo após a filtragem, o material biológico foi transferido para recipientes plásticos devidamente etiquetados e fixado com formol a 4%, neutralizado com Tetraborato de sódio ($5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), de acordo com técnicas descritas por Newell e Newell (1963).

Para determinação do oxigênio dissolvido, salinidade e sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato), as amostras foram coletadas por meio de garrafa de Nansen, em duas profundidades (superfície e fundo), nos quatro estágios de maré (baixa-mar, enchente, preamar e vazante); entretanto, para as estações Continente e Ilha, as amostras foram coletadas apenas nas marés enchente e vazante para análise dos nutrientes.

Para a obtenção da biomassa fitoplanctônica foram realizadas coletas de água durante as marés de sizígia e quadratura, na camada superficial com o auxílio da garrafa de Nansen. Logo após as coletas as amostras foram levadas ao laboratório.

4.2 Etapa de laboratório

Em laboratório, as amostras de plâncton num total de 207 foram pesadas para determinação da biomassa através do peso úmido onde as amostras do zooplâncton foram pesadas, em balança de precisão, de acordo com a técnica proposta por Beers (1981) e Omori e Ikeda (1984).

Para a análise qualitativa e quantitativa dos organismos microzooplanctônicos, cada amostra foi colocada em um béquer ao qual adicionou-se água doce filtrada para efetuar a diluição, que variou de 25 ml a 100 ml de acordo com o volume da amostra. Em seguida, retirou-se uma subamostra de 1 ml com auxílio de uma pipeta “Stempel” e vertida em lâmina “Sedgwick-Rafter”, a qual foi analisada em microscópio composto (marca Zeiss).

A contagem do número total de taxa foi baseada na menor unidade taxonômica identificada para cada filo. Para a identificação dos organismos zooplanctônicos e obtenção de informações ecológicas foi utilizada, a seguinte bibliografia: Rose (1933), Tregouboff e Rose (1957), Björnberg (1963; 1981), Bougis (1974), Boltovskoy (1981; 1999) e Omori e Ikeda (1984).

O oxigênio dissolvido (ml. L^{-1}) foi obtido utilizando-se o método de Winkler, descrito por Strickland e Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1983). A salinidade foi medida através do método de Mohr-Knudsen, descrito por Strickland & Parsons (1972). Os sais nutrientes ($\mu\text{mol. L}^{-1}$): amônia, nitrito, nitrato e fosfato, foram analisados de acordo com as técnicas descritas por Strickland & Parsons (1972) e o silicato de acordo com Grasshoff *et al.* (1983) e UNESCO (1973).

Para a obtenção da biomassa fitoplanctônica as amostras foram filtradas a vácuo em filtros Millipore HAWPOO 47. Em seguida os filtros com as amostras foram acondicionados em papel laminado e postos no interior de envelopes contendo todos os dados referentes às amostras, sendo, estocados no freezer a uma temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. A biomassa fitoplanctônica foi obtida através do processo de extração de clorofila *a* pelo método espectrofotométrico (UNESCO 1966) e determinada após a extração em acetona a 90% por 24 horas. As leituras foram obtidas em um espectrofotômetro Micronal B-280 nos comprimentos de onda de 630, 645, 665-750 nanômetros, sendo os resultados expressos em mg.m^{-3} . Simultaneamente às coletas de plâncton foram coletados dados de temperatura e salinidade da água do mar, através de um CTD.

4.3 Tratamento numérico e estatístico dos dados

Abundância Relativa dos Organismos (A_r)

A abundância relativa foi calculada de acordo com a fórmula:

$$A_r = N * 100 * Na^{-1} \text{ onde:}$$

N = Densidade total de organismos de cada táxon nas amostras.

Na = Densidade total de organismos nas amostras.

Todos os valores estão expressos em percentagem (%).

Frequência de Ocorrência dos Organismos (F_o)

A frequência de ocorrência foi calculada pela fórmula:

$$F_o = Ta * 100 * TA^{-1} \text{ onde:}$$

Ta = Número de amostras em que o táxon ocorre.

TA = Total de amostras.

Os resultados estão apresentados em percentagem (%). Para interpretação do resultado da frequência de ocorrência foi utilizada a seguinte escala: > 70 %: *muito freqüente*; 70% |- 40%: *freqüente*; 40% |- 10%: *pouco freqüente* e $\leq 10\%$: *esporádica*.

Densidade dos Organismos (D_o)

A densidade de organismos por unidade de volume foi obtido pela fórmula:

$$D_o = N_t * V_f^{-1} \text{ onde:}$$

N_t = Número total de organismos de cada táxon na amostra.

V_f = Volume total de água filtrado.

Todos os valores estão expressos em $\text{org} \cdot \text{m}^{-3}$.

Índice de Diversidade Específica (Ind. Bit-1) e Equitabilidade

O índice de diversidade específica baseou-se em Shannon (H') (1948), utilizando-se a fórmula:

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

H' = Diversidade específica;

$P_i = n_i/N$ (probabilidade de coleta da espécie i na população, estimada a partir de sua frequência relativa (n_i/N) na amostra);

n_i = é o número de indivíduos de cada espécie i ;

N = é o número total de indivíduos da amostra.

Utilizou-se os logaritmos na base 2.

Todos os valores estão expresso em (bits. ind⁻¹).

Transporte Instantâneo dos Organismos (T_i)

O transporte instantâneo dos organismos foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$T_i = D_o * V_{cm} \text{ onde:}$$

D_o = Densidade de organismos na amostra (org*m⁻³).

V_{cm} = Velocidade média da corrente ao longo do vetor estuário-plataforma no momento da coleta dos organismos (m*s⁻¹).

V_{cm} foi obtida através da seguinte fórmula:

$$V_{cm} = V_{cADCP} * (\cos(\varphi_r - \varphi_{cADCP}) * (\pi/180)) \text{ onde:}$$

V_{cADCP} = Velocidade da corrente obtida do ADCP

φ_r = Ângulo médio da corrente de vazante em relação ao norte magnético

φ_{cADCP} = ângulo da direção da corrente obtido do ADCP

Todos os valores do T_i dos organismos estão expressos em org*m⁻²*s⁻¹.

OBS: A velocidade da corrente ao longo do fluxo de saída do componente vetorial foi calculada para cada nível de maré, profundidade e estação, baseado geralmente na média de 10 medições do ADCP por estação, momento de coleta e nível de profundidade. O φ_r para a barra de Catuama foi de 140° e para Orange foi de 125°.

Fluxo Total dos Organismos (F_i)

O fluxo total dos organismos foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$F_i = \sum T_i * A \text{ onde:}$$

$\sum T_i$ = Somatório do transporte instantâneo dos organismos das estações por camada de coleta (org*m⁻²*s⁻¹).

A = Área transversal correspondente a cada camada de coleta (superfície, meio e fundo) (m²).

OBS: O calculo da área correspondente a superfície foi de 900 m², meio = 466m² e fundo = 883m².

Todos os valores do fluxo total dos organismos estão expressos em org*s⁻¹ (Figura 2).

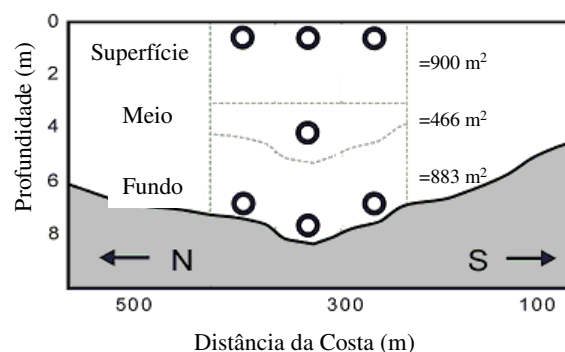


Figura 2 – Esquema de amostragem da barra Orange, Itamaracá – PE. Os círculos representam as posições dos pontos de amostragens. As linhas pontilhadas representam as respectivas áreas calculadas para uso do cálculo do fluxo total dos organismos por extrato de profundidade.

Análise Multivariada

Para a Análise dos Componentes Principais - ACP, foi formada uma matriz com os taxa zooplancônicos e os parâmetros ambientais mais significativos e esta foi submetida a uma padronização por fileiras, para reduzir os efeitos das diferentes escalas. Em seguida, foi calculada a similaridade por correlação momento-produto de Pearson e computados os valores da matriz de dispersão, estando associada a cada um desses, autovalores e autovetores, que corresponderam aos eixos principais do espaço multidimensional. O primeiro eixo principal descreveu a maior dimensão da elipsóide multidimensional enquanto os eixos principais seguintes representaram dimensões sucessivas gradativamente menores. Todos estes cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, California – USA.

Análise Estatística

Foram realizadas análises através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney ou prova “U” ($H_0: \mu_1 = \mu_2; \alpha = 0.05$) para verificar as possíveis influências dos parâmetros ambientais sobre a comunidade microzooplancônica.

No intuito de se ter uma melhor compreensão dos possíveis fatores ambientais que influenciam na comunidade microzooplânctônica utilizou-se dados do macrozooplâncton coletados durante o mesmo período e publicadas por Melo Júnior (2005).

Foram testados os seguintes fatores: desembocadura (barra Catuama e barra Orange), nível de maré (preamar, vazante, baixa-mar e enchente), fase de maré (sizígia e quadratura), fotoperíodo (dia e noite), nível de coleta (superfície e fundo) e estações (Continente, Meio e Ilha). Estes testes foram aplicados para os parâmetros abióticos (temperatura, salinidade, oxigênio e nutrientes), Clorofila *a*, biomassa do micro e macrozooplâncton, Densidade do micro e macrozooplâncton e principais taxa do microzooplâncton. Neste último caso, foram considerados os taxa com mais de 70% de frequência de ocorrência (%).

Para a biomassa do micro e macrozooplâncton, Clorofila *a*, e densidade do micro e macrozooplâncton, foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s), também não-paramétrico, para verificar o grau de associação entre este parâmetro e as variáveis ambientais. O coeficiente de correlação de Spearman pode variar de -1 a $+1$, e quanto mais próximo desses valores, mais forte a associação das variáveis em análise. O escore zero desse coeficiente indica ausência de correlação. Todos esses testes estatísticos foram aplicados utilizando-se o pacote estatístico BioEstat 3.0 (AYRES *et al.*, 2003).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Artigo 1

Diversidade e estrutura da comunidade microzooplanctônica do Canal de Santa Cruz, PE.

RESUMO

O presente estudo objetivou conhecer a diversidade e estrutura da comunidade microzooplanctônica da desembocadura norte ou barra de Catuama e da Desembocadura Sul ou barra Orange do Canal de Santa Cruz, Itamaracá (PE), levando em consideração diferentes fases de marés e diferentes níveis de profundidade. As coletas foram realizadas em agosto de 2001, em marés de sizígia e quadratura, de três em 3 horas, correspondendo a um ciclo nictemeral. As coletas de plâncton foram feitas em três estações e em duas profundidades com o auxílio de uma bomba de sucção, acoplada a uma embarcação movida a motor. A água foi filtrada através de uma rede de plâncton com 64 micrômetros de abertura de malha. Foram identificados 51 taxa na barra de Catuama e na barra Orange 44 taxa. O holoplâncton predominou nas duas desembocaduras apresentando 70% de abundância relativa. O taxon mais abundante foi Copepoda na fase naupliar variando de 50 a 80% de dominância. Nas estações onde os náuplios de Copepoda apresentavam menor dominância foi observado um aumento de Protozoa, sendo responsável por esta dominância o tintinídio *Favella ehrenbergii*. Dentre os Copepoda destacaram-se *Euterpina acutifrons*, *Oithona hebes* e *Parvocalanus crassirostris*, espécies características de áreas estuarinas. A diversidade e equitabilidade foram baixas indicando área em desequilíbrio, fato decorrente dos muitos impactos que a área vem recebendo nos últimos anos. Contudo, se observa ainda grande influência do fluxo marinho, o que permite uma constante melhoria na qualidade ambiental.

INTRODUÇÃO

Os estuários são regiões costeiras semifechadas sujeitas aos aportes dos rios e do fluxo marinho, são ambientes altamente dinâmicos, com mudanças constantes em resposta a forçantes naturais e estão entre os ecossistemas mais produtivos da terra (Ricklefs, 1996; Miranda *et al.*, 2002). A distribuição temporal dos organismos que interagem, os vários grupos zooplanctônicos é influenciada diretamente pelos processos físicos e químicos. Estes fatores são tidos como os mais importantes nas mudanças em curto prazo nas comunidades zooplanctônicas (Pinel Alloul *et al.*; 1988; Schlacher e Wooldridge, 1995; Mann e Lazier, 1996; McManus *et al.*, 2005). As teias alimentares estuarinas possuem como principais bases o plâncton e os detritos, cuja produção está regulada, principalmente, pelos ciclos biogeoquímicos internos (Smith e Smith, 2001). Neste

contexto, os consumidores primários surgem como um dos principais determinantes da dinâmica energética, através das relações tróficas nas cadeias alimentares (Dajoz, 1983).

O microzooplâncton (20-200 μm) constitui uma considerável porção da biomassa zooplancônica em ambientes marinhos e estuarinos (Porter *et al.*, 1985; Pierce e Turner, 1992). Estudos nos oceanos Atlântico (Burkill *et al.*, 1993^a; Verity *et al.*, 1993, Indico (Burkill *et al.*, 1993b) e Pacífico (Miller, 1993) têm mostrado a importância do microzooplâncton como elo da cadeia alimentar uma vez que ele é responsável pela pastagem fitoplanctônica e também serve de alimento para predadores vertebrados e invertebrados (Robertson, 1983; Stoecker e Egloff, 1987; Stoecker e Capuzzo, 1990; Fukami *et al.*, 1999; Jyothibabu, 2006).

A estrutura da comunidade envolve as várias formas, nas quais os membros individuais estão relacionados e interagem um com o outro para produzir um padrão de alocação de recursos e abundância espaço-temporal entre as espécies constituintes. Através da composição, abundância relativa, diversidade de espécies, equitabilidade e associações é possível responder a questões que podem ajudar a identificar os padrões e regras que regem as comunidades naturais (Giller, 1984). Logo mensurar a biodiversidade do microzooplâncton da barra Orange e barra de Catuama é importante para compreender as funções deste ecossistema.

As pesquisas sobre o zooplâncton para a região estuarina do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, norte de Pernambuco foram iniciadas na década de 70 tendo sido desenvolvidos uma serie de trabalhos, entre os quais: Santana (1978a e b); Paranaguá *et al.* (1979); Paranaguá e Koenig (1980); Paranaguá e Neumann-Leitão (1980, 1981); Paranaguá *et al.* (1981); Nascimento (1980, 1981); Paranaguá e Nascimento-Vieira (1984); Paranaguá e Eskinazi-Leça (1985); Schwamborn e Silva (1996); Schwamborn (1997); Porto Neto *et al.* (1999); Schwamborn *et al.* (1999); Paranaguá *et al.* (2000); Neumann-Leitão *et al.* (2001) e Silva *et al.* (2003).

Embora os estuários sejam muito estudados por causa da sua importância assim como da acessibilidade, pouco se sabe sobre os pequenos processos que acontecem neles. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo conhecer a estrutura da comunidade microzooplancônica da desembocadura norte ou barra de Catuama e da Desembocadura Sul ou barra Orange, levando em consideração diferentes fases de marés e diferentes níveis de profundidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área estudada

A ilha de Itamaracá está localizada no estado de Pernambuco, cerca de 50 km ao norte da cidade do Recife. Situa-se entre as latitudes 7° 34'00" S e 7° 55'16" S e entre as longitudes 34° 48'48" W e 34° 52'24" W.

Segundo Kempf (1970), a Ilha de Itamaracá não é afastada da costa, mas simplesmente isolada por um braço de mar penetrando no continente. Este braço de mar, denominado de Canal de Santa Cruz, possui uma extensão de 22 Km, e largura variável de 0,6 a 1,5 Km. Toda a área é rasa, com profundidade média dentro do Canal em torno dos 4-5 m, na maré baixa, e em alguns pontos muitas vezes a profundidade pode ser inferior a 2m.

O canal se comunica com o mar ao norte, pela barra Catuama, e ao sul, pela barra Orange, e recebe a influência continental através de vários rios, destacando-se, na parte norte, os rios Catuama, Carrapicho, Botafogo e Congo, e na parte sul, os rios Igarassu e Paripe. Ao todo, a bacia hidrográfica abrange cerca de 750 km² (Macêdo, 1974).

A plataforma continental adjacente à ilha de Itamaracá é estreita, não ultrapassando 20 milhas de largura. Sua parte interna está caracterizada pela presença de recifes, encontrados a uma profundidade de 2 metros, aproximadamente. Estes recifes têm uma estrutura coralínea (corais e algas calcárias incrustantes), estabelecida sobre um embasamento arenítico totalmente recoberto, apresentando uma densa cobertura algal com predominância de Chlorophyceae e Phaeophyceae. Próximo à costa, o substrato é constituído pela fácies de areia fluvial quartzosa e está densamente povoado por prados da fanerógama marinha *Halodule wrightii* (Magalhães *et al.*, 1997).

O ecossistema manguezal que margeia o Canal de Santa Cruz, em quase toda a extensão possui uma cobertura vegetal onde evidenciam-se os mangues: *Rhizophora mangle* L. com maior densidade, representando 74,3% de cobertura, seguida por *Laguncularia racemosa* Gaertn (19,9%), *Avicennia schaueriana* Staf e Leechman com 5,8% e, por fim, uma pequena participação de *Conocarpus erecta* L. (Schuler *et al*, 2000).

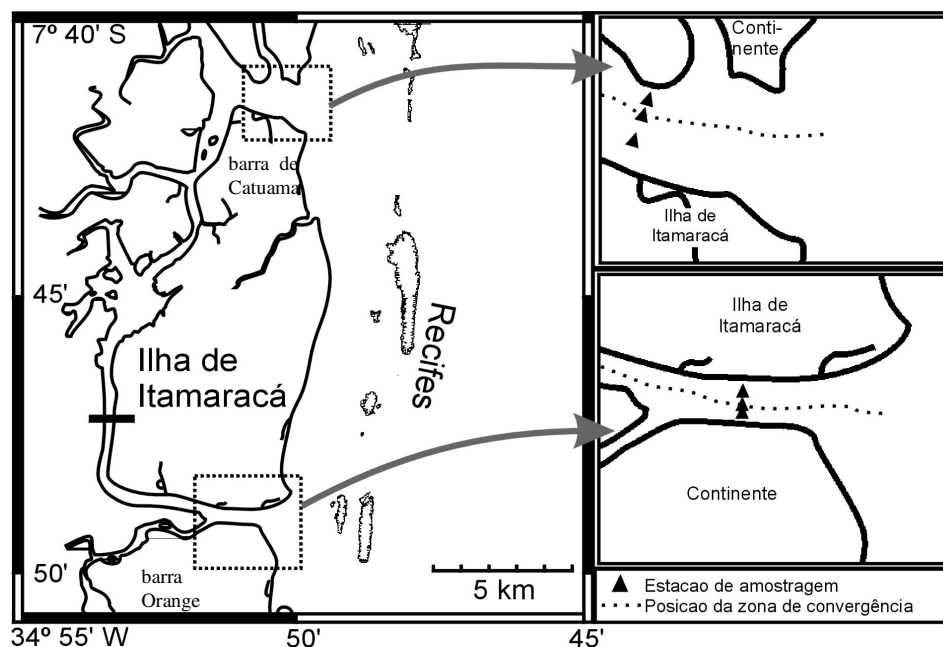


Figura 1 - Mapa do Sistema Estuarino de Itamaracá, Pernambuco, indicando os locais de coleta em relação às zonas de convergência.

Metodologia

As coletas foram realizadas na barra Orange ao Sul e na barra de Catuama ao Norte da Ilha de Itamaracá, em agosto de 2001, em marés de sizígia (3 e 4/08 barra Orange; 5 e 6/08 barra de Catuama) e quadratura (9 e 10/08 barra Orange; 11 e 12/08 barra de Catuama), de 3 em 3 horas, correspondendo a um ciclo nictemeral. Imediatamente antes de cada amostragem foi realizado um perfil de corrente por meio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) e cujas estações foram plotadas levando-se em consideração a localização da zona de convergência no momento da coleta. A partir do posicionamento da Estação Meio ou Convergência, foram demarcadas uma estação equidistante entre a convergência e a terra firme (Estação Continente) e outra equidistante entre a convergência e a Ilha de Itamaracá (Estação Ilha). Quanto ao ponto de amostragem foram realizadas coletas em três níveis de profundidade para a estação Meio ou Convergência (superfície, meio e fundo) e em dois níveis de profundidade para as outras duas estações (superfície e fundo).

As amostras de plâncton, num total de 207 amostras, foram obtidas com o auxílio de uma bomba de sucção, acoplada a uma embarcação movida a motor. A água foi filtrada com rede de plâncton com 64 micrômetros de abertura de malha. Dependendo da concentração de material em suspensão, o período de bombeamento da água variou de três a cinco minutos. Logo após a filtragem, o material biológico foi transferido para recipientes plásticos devidamente etiquetados e

fixado com formol a 4% neutralizado com Tetraborato de sódio (5g/L), de acordo com técnicas descritas por Newell e Newell (1963).

A biomassa foi obtida através do peso úmido onde as amostras do zooplâncton foram pesadas, em balança de precisão, de acordo com a técnica proposta por Beers (1981) e Omori e Ikeda (1984).

Para a análise qualitativa e quantitativa dos organismos microzooplanctônicos, cada amostra foi colocada em um béquer ao qual adicionou-se água doce filtrada para efetuar a diluição, que variou de 25 ml a 100 ml de acordo com o volume da amostra. Em seguida, retirou-se uma subamostra de 1 ml com auxílio de uma pipeta “Stempel” e vertida em lâmina “Sedgwick-Rafter”, a qual foi analisada em microscópio composto (marca Zeiss).

Para a identificação dos organismos zooplanctônicos e obtenção de informações ecológicas foi utilizada, a seguinte bibliografia: Rose (1933), Tregouboff e Rose (1957), Björnberg (1963; 1981), Bougis (1974), Boltovskoy (1981; 1999) e Omori e Ikeda (1984), dentre outras.

O índice de diversidade de Shannon foi calculado para estimar a diversidade da comunidade (Shannon, 1948) e a equitabilidade foi calculada de acordo com Pielou (1977).

Foram realizadas análises de variância através do teste não paramétrico de Mann Whitney para verificar as possíveis influências dos parâmetros ambientais sobre a diversidade e equitabilidade e sobre o comportamento dos organismos. Foram considerados estatisticamente diferentes os blocos com $p < 0,05$. Foram testados os seguintes fatores: fases do ciclo de maré (preamar, vazante, baixa-mar e enchente), situação de maré (sizígia e quadratura), fotoperíodo (dia e noite), estações (Continente, Meio e Ilha) e nível de coleta (superfície, meio e fundo). Quando não houve diferença significativa ($p > 0,05$) os dados foram agrupados para reduzir matrizes extensas que geravam análises distorcidas. Todos esses testes foram aplicados utilizando-se os programas Statistica 6.0 e BioEstat 3.0.

RESULTADOS

Foram identificados 51 taxa na barra de Catuama. Destes 8 taxa ocorreram em mais de 50% das amostras. Na barra Orange foram identificados 44 taxa, sendo que 10 ocorreram em mais de 50% das amostras. O holoplâncton predominou nas duas desembocaduras, apresentando 70% de abundância relativa em ambas desembocaduras. O taxa mais abundante nas duas desembocaduras foi Copepoda na fase naupliar, variando de 50 a 80% de dominância. Nas estações onde os náuplios

de Copepoda apresentavam menor dominância observou-se um aumento de Protozoa, sendo responsável por esta dominância *Favella ehrenbergii* (Figura 2 e Tabela 1).

Dentre as 12 espécies de Copepoda identificadas no presente estudo as que apresentaram dominância pontual nas duas desembocaduras foram copepoditos e adultos de *Euterpina acutifrons*, *Oithona hebes* e *Parvocalanus crassirostris*, espécies caracterizadas por formar grupo estuarino dominante. Outro grupo que também teve uma dominância pontual nas duas desembocaduras foi Protozoa, sendo os seus representantes mais dominantes *Favella ehrenbergii*, *Leprotintinnus nordqvisti* e a Ordem Foraminiferida (Figura 2).

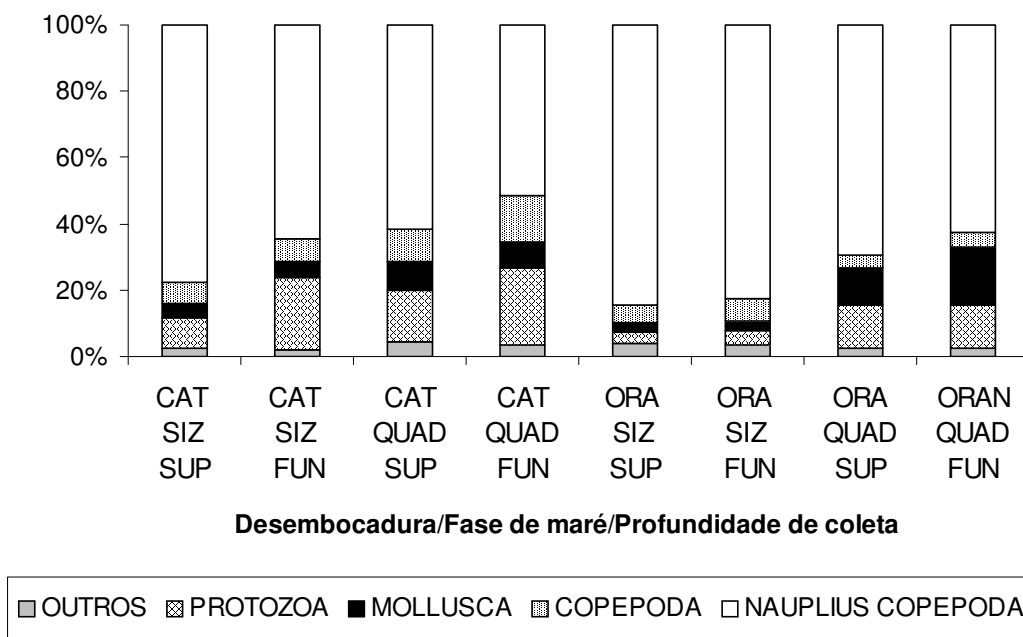


Figura 2 – Abundância relativa do microzooplâncton coletado na barra de Catuama e barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante as marés de Sizígia e Quadratura de agosto de 2001. CAT=Barra de Catuama; ORA= Barra Orange; SIZ= Maré de Sizígia; QUAD= Maré de Quadratura.

Cerca de 10% da comunidade microzooplancônica apresentou freqüência de ocorrência acima de 70%. O grupo de organismos, que ocorreu como muito freqüente nas duas desembocaduras e nas duas fases da maré foi o de Copepoda (náuplios), *Favella ehrenbergii*, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*. Na maré de sizígia da barra de Catuama tanto na superfície como na camada do fundo foram registrados 7 taxa como muito freqüentes. Na maré de quadratura da barra de Catuama foram registrados 9 taxa na superfície e 8 na camada do fundo. Na barra Orange durante a sizígia, nas duas profundidades de coleta, ocorreram 8 taxa muito freqüentes, na maré de quadratura foram observados 9 taxa na superfície e 8 na camada do fundo (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição do microzooplâncton coletado na barra de Catuama e barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante a maré de sizígia e quadratura do mês de agosto de 2001.

Foraminiferida	<i>Parvocalanus crassirostris</i> (F. Dahl, 1894)
<i>Tetronphalus buloides</i> d'Orbigny, 1826	<i>Clausocalanus furcatus</i> (Brady, 1883)
<i>Textularia</i> sp.	<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1949)
<i>Globorotalia</i> sp.	<i>Acartia lilljeborgi</i> Giesbrecht, 1892
<i>Remaneica</i> sp.	Calanoida (Copepodito)
<i>Amphistegina</i> sp.	<i>Oithona oswaldocruzi</i> Oliveira, 1945
<i>Spirillina</i> sp.	<i>Oithona hebes</i> Giesbrecht, 1891
Ciliophora	<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892
<i>Vorticella</i> sp.	<i>Oithona</i> spp. (copepodito)
Tintinnina	<i>Microsetela norvegica</i> (Bocck, 1864)
<i>Leptotintinnus nordqvisti</i> (Brandt, 1906) Kofoed & Cambell, 1929	<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1852)
<i>Tintinnopsis</i> sp.	<i>Tigriopus</i> sp.
<i>Favella ehrenbergii</i> (Claparede & Laachmann, 1858)	Harpacticoida (outros)
<i>Codonellopsis ostenfeldi</i> (Schmidt, 1901) Kofoed & Cambell, 1929	<i>Oncaea</i> sp. (copepodito)
Porifera	Copepoda (nauplius)
Eponja (larva)	Cirripedia
Nematoda	<i>Balanus</i> sp. (Nauplius)
Rotifera	<i>Balanus</i> sp. (cipris)
<i>Rotaria</i> sp.	Isopoda (larva Epicaridae)
<i>Brachionus plicatilis</i> (O. F.Müller)	Decapoda
<i>Brachionus caudatus</i>	<i>Lucifer</i> sp. (protozoa)
<i>Brachionus angularis</i>	Brachyura (Zoea)
<i>Macrochaetus collensi</i>	Caridea (larva)
Kinorhyncha	Bryozoa
Tardigrada	<i>Membranipora</i> sp. (larva)
Mollusca	Chaetognatha
Gastropoda (véliger)	<i>Sagitta</i> sp.
Bivalvia (véliger)	Larvacea
Polychaeta	<i>Oikopleura dioica</i> Fol, 1872
larvas (diversos estágios)	<i>Oikopleura longicauda</i> (Vogt, 1854)
Ostracoda	<i>Oikopleura</i> sp.
Cladocera	Anfioxo
Copepoda	Pisces (ovos e larvas)

Tabela 2 – Frequência de ocorrência do microzooplâncton coletado na barra de Catuama e barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante a maré de sizígia e quadratura do mês de agosto de 2001. CAT=Barra de Catuama; ORA= Barra Orange; SIZ= Maré de Sizígia; QUAD= Maré de Quadratura.

	CAT SIZ SUP	CAT SIZ FUN	CAT QUAD SUP	CAT QUAD FUN	ORA SIZ SUP	ORA SIZ FUN	ORAN QUAD SUP	ORAN QUAD FUN
Copepoda (nauplius)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Favella ehrenbergii</i>	100%	89%	100%	100%	100%	96%	100%	96%
<i>Oithona hebes</i>	89%	95%	96%	92%	86%	87%	96%	92%
<i>Euterpina acutifrons</i>	83%	95%	96%	83%	86%	91%	88%	100%
Classe Gastropoda (velígeres)	94%	95%	96%	96%	77%	-	92%	96%
Classe Bivalvia (velígeres)	72%	-	96%	96%	82%	70%	96%	92%
Classe Polychaeta (larva)	83%	84%	91%	96%	-	78%	92%	88%
<i>Oikopleura dioica</i>	-	-	-	92%	77%	83%	83%	-
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	-	79%	91%	83%	-	-	75%	83%
Ordem Foraminiferida	-	-	-	-	95%	83%	-	-
Número de taxa	7	7	8	9	8	8	9	8

A diversidade apresentou valores significativamente diferentes em relação as desembocadura (Catuama e Orange com $p=0.000$), as fases de maré (sizígia e quadratura com $p=0.0000$ para as coletas em Catuama; $p=0.0059$ para as coletas em Orange). Em relação à profundidade de coleta (superfície e fundo) foram observadas diferenças significativas apenas na barra de Catuama ($p=0.0000$). Quanto ao regime de maré foram registradas diferenças significativas apenas na barra Orange ($p=0.0000$ PMxVZ; $p=0.0003$ PMxEN; $p=0.0023$ PMxBM) Não foram observadas diferenças significativas entre as estações Continente, Meio e Ilha, nem entre o fotoperíodo Dia e Noite (Tabela 3 e 4).

A diversidade foi baixa com média geral de $1,2 \pm 0,36$ bits.ind⁻¹ e apresentou tendência de aumentar em direção a camada do fundo. O mínimo de todas as estações foi de $0,3$ bits.ind⁻¹, na Estação Meio (barra de Catuama/ sizígia/Superfície) devido ao predomínio de Nauplios de Copepoda. O máximo foi de $2,0$ bits.ind⁻¹ nas estações Continente (Barra Catuama/Quadratura/Fundo e Barra Orange/Sizígia/Fundo). A média global da barra de Catuama na maré de sizígia foi de $1,1 \pm 0,36$ bits.ind⁻¹ na maré de Quadratura foi de $1,4 \pm 0,31$ bits.ind⁻¹. A média global na barra Orange na maré de sizígia foi de $0,9 \pm 0,37$ bits.ind⁻¹ e na maré de quadratura a média global foi de $1,1 \pm 0,24$ bits.ind⁻¹ (Figura 3).

No tocante à equitabilidade também foi observada diferença significativa em relação à desembocadura ($p=0.0000$), as fases da lua ($p=0.0000$) e a profundidade de coleta ($p=0.0000$ para as coletas na barra de Catuama e $p=0.0421$ para a barra Orange). Em relação às marés, assim como na diversidade, apenas na barra Orange foram observadas diferenças significativas ($p=0.0000$

PMxVZ; $p=0.0000$ PMxEN; $p=0.0039$ PMxBM). Também não foram registradas diferenças significativas em relação às estações nem ao fotoperíodo (Tabela 3 e 4).

A media geral da equitabilidade foi de $0,26 \pm 0,08$. O mínimo foi de todas as estações foi de 0,07 e ocorreu na estação Meio (Barra de Catuama/Sizígia/Superfície) e o máximo foi de 0,47 sendo registrado na estação Continente (Barra de Catuama/Quadratura/Fundo). A média global da Barra de Catuama na maré de sizígia foi de $0,24 \pm 0,08$, na maré de quadratura foi de $0,32 \pm 0,07$. Em relação à Barra Orange a média global na maré de Sizígia foi de $0,21 \pm 0,09$ e na quadratura foi de $0,24 \pm 0,06$ (Figura 4).

Tabela 3 –Análise de variância (Teste de Mann-Whitney) do efeito da desembocadura, fase de maré, estações, fotoperíodo, profundidade de coleta e maré sobre a diversidade (bits. ind⁻¹) e equitabilidade na Barra de Catuama Canal de Santa Cruz, Pernambuco em agosto de 2001. Nível de significância: n/s = não significativo; (**) $0.001 < p < 0.01$; (***) $p < 0.001$.

		Diversidade Catuama	Equitabilidade Catuama
Desembocadura Fase de Maré	CatuamaxOrange	***Orange	***Orange
	SizígiaxQuadratura	***Sizígia	***Sizígia
	ContinentexMeio	n/s	n/s
Estações	ContinentexIlha	n/s	n/s
	MeioxIlha	n/s	n/s
	DiurnoxNoturno	n/s	n/s
Fotoperíodo Profundidade	SuperfíciexFundo	***Fundo	***Fundo
	PreamarxVazante	n/s	n/s
	PreamarxEnchente	n/s	n/s
Maré	PreamarxBaixa-mar	n/s	n/s
	VazantexEnchente	n/s	n/s
	VazantexBaixa-mar	n/s	n/s
	EnchentexBaixa-mar	n/s	n/s

Tabela 4 –Análise de variância (Teste de Mann-Whitney) do efeito da desembocadura, fase de maré, estações, fotoperíodo, profundidade de coleta e maré sobre a diversidade (bits.ind⁻¹) e equitabilidade na Barra de Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco em agosto de 2001. Nível de significância: n/s = não significativo; (**) $0.001 < p < 0.01$; (***) $p < 0.001$.

		Diversidade Orange	Equitabilidade Orange
Desembocadura Fase de Maré	CatuamaxOrange	***Orange	***Orange
	SizígiaxQuadratura	**Sizígia	***Sizígia
	ContinentexMeio	n/s	n/s
Estações	ContinentexIlha	n/s	n/s
	MeioxIlha	n/s	n/s
	DiurnoxNoturno	n/s	n/s
Fotoperíodo Profundidade	SuperfíciexFundo	n/s	**Fundo
	PreamarxVazante	***Vazante	***Vazante
	PreamarxEnchente	***Enchente	***Enchente
Maré	PreamarxBaixa-mar	**Preamar	**Preamar
	VazantexEnchente	n/s	n/s
	VazantexBaixa-mar	n/s	n/s
	EnchentexBaixa-mar	n/s	n/s

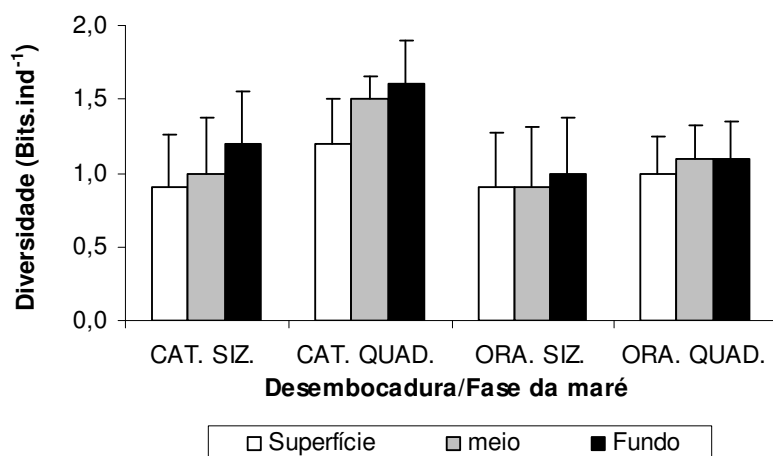


Figura 3 – Diversidade Específica do microzooplâncton coletado na barra de Catuama e barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante as marés de Sizígia e Quadratura de agosto de 2001.

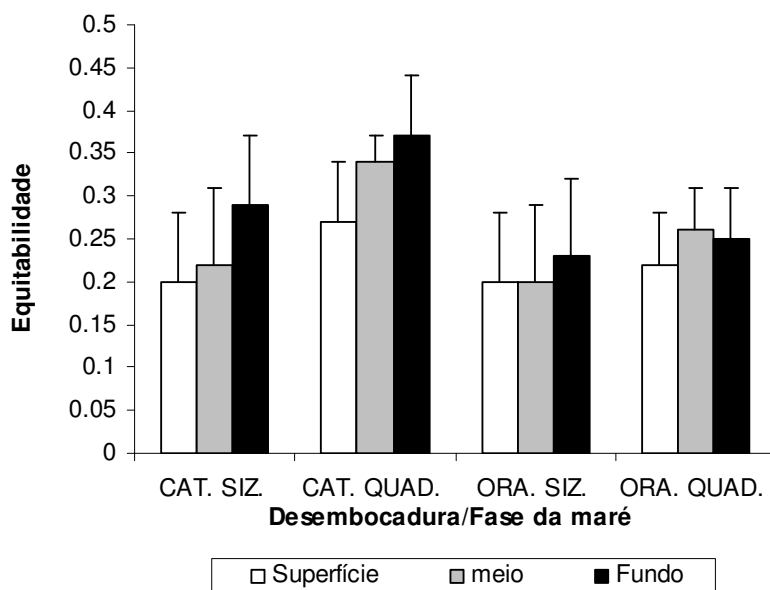


Figura 4 – Equitabilidade do microzooplâncton coletado na barra de Catuama e barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante as marés de Sizígia e Quadratura de agosto de 2001.

DISCUSSÃO

O sistema estuarino do Canal de Santa Cruz onde estão situadas as barra Orange e Catuama, apresenta características de mistura intensa dos fluxos marinhos e limnético, com predomínio do marinho. A entrada de água marinha se dá nas duas extremidades com intensidades distintas (Medeiros et al., 2001). Segundo Figueiredo (2005) as duas barras são diretamente influenciadas pela água oceânica costeira, sendo verificado uma pequena estratificação salina, onde de uma forma geral, as salinidades de fundo são maiores do que as de superfície. Isto se justifica pela presença de água mais densa nas duas barras, onde o sistema transporta constantemente água salgada para o seu interior. Porém a autora salienta que este gradiente de salinidade entre a superfície e o fundo é mais marcante durante a maré de quadratura na barra de Catuama, mostrando que para este nível de maré, a água doce se faz mais presente nesta área, e assim ocasiona uma barreira maior entre as diferentes massas d'água.

Embora haja essa diferença entre as marés de sizígia e quadratura no que se refere ao regime salino, a composição geral do microzooplâncton nas barras Orange e Catuama foi semelhante nas duas etapas de coleta, sem grandes diferenças no ciclo nictemeral. Foram identificados um total de 51 taxa na barra de Catuama e 44 na barra Orange, predominando o holoplâncton com 70%. Dentre os organismos holoplânctônicos houve predomínio de Copepoda em todas as fases do ciclo de vida. O zooplâncton estuarino caracteriza-se, geralmente, pelo predomínio de espécies holoplânctônicas sendo Copepoda o grupo mais abundante (Tundisi, 1970; Day Jr *et al.*, 1989). Estudos sobre o zooplâncton do Nordeste brasileiro comprovaram que Copepoda é o grupo dominante na maioria dos ecossistemas estuarinos, nerítico e oceânico (Schwamborn, 1997; Boltovskoy, 1999; Neumann-Leitão et al., 1999; Gusmão, 2000; Silva et al., 2004, dentre outros).

Estudos para esta mesma área realizados com rede de 64 micrômetros de abertura de malha arrastada horizontalmente à superfície por 3 minutos foram realizados por Neumann-Leitão *et al.* (2003), onde o microzooplâncton apresentou 56 táxons, na sua maioria marinha eurialina, predominando Copepoda (27 espécies) e Tintinnina (15 espécies). Foi também registrado grande número de larvas de Bivalvia, Gastropoda e Polychaeta. Embora as coletas do presente estudo tenham sido realizadas com bomba, não houve diferença na biodiversidade da área.

Dentre as espécies mais representativas destacaram-se *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons* e *Parvocalanus crassirostris*, as quais segundo Björnberg (1981), formam um grupo característico para os estuários brasileiros.

Oithona hebes apresentou uma quantidade bem maior que as outras duas espécies de Copepoda, em ambas as barras e fases de maré. Paffenhöfer (1993) realizou uma série de

experimentos laboratoriais para compreender a causa do predomínio dos Oithonidae em vários locais e concluiu que esta família é carnívora, apresentando um comportamento mais passivo, chamando menor atenção dos predadores, enquanto os Paracalanidae são mais vulneráveis a predação por causa de sua contínua movimentação; assim, a predação limitada é uma das possíveis razões pela alta concentração de *Oithona*.

Parvocalanus crassirostris, espécie também significativa tanto na barra Orange quanto na barra de Catuama, é tida por Matsumura-Tundisi (1972) como uma espécie de grande tolerância à salinidade e temperatura, encontrada em diversas partes do mundo, porém limitada às águas costeiras de regiões tropicais e subtropicais, sendo um dos copépodos mais comumente citados em águas costeiras e estuarinas do Brasil.

Euterpina acutifrons, foi bem representativa na área. Segundo Bjornberg, (1963) esta espécie habita desde a região costeira até o interior do estuário, tendo ampla distribuição geográfica, e geralmente com abundância numérica elevada. Ocorre durante todo o ano nos estuários brasileiros, porém com predomínio em determinadas épocas (Matsumura-Tundisi, 1972).

Com relação aos Tintinnina, a espécie mais comum, nas duas Barras e nas duas fases de marés foi *Favella ehrenbergii*. Sant'Anna (1993) cita *F. ehrenbergii* como muito freqüente no estuário da bacia do Pina-PE. Na maior parte dos estudos realizados nos estuários do Brasil, (Tundisi et al., 1978; Nascimento, 1980; Sassi e Melo, 1982; Nordi, 1982; Lansac Tôha, 1985; Lopes, 1989; Moura, 2000) as atividades reprodutivas e de crescimento dos Tintinnina, estão ligadas ao período de máxima precipitação pluviométrica, período no qual foi realizado o presente estudo.

Registrou-se, também, nas duas barras vários foraminíferos bentônicos, que ocorrem no plâncton quando existe turbulência local associada a pouca profundidade, ou em amostras coletadas próximo ao substrato. Foram registrados, dentre outros, as espécies *Remaneica* sp., *Textullaria* sp. e *Tetromphalus bulloides*. Trégouboff e Rose (1957) mencionam que em águas tropicais é comum encontrar no plâncton estuarino e nerítico estágios jovens de Foraminifera bentônicos, que não apresentam qualquer dispositivo particular à vida planctônica, mas que sobem à superfície, trazidos por correntes ascendentes.

Oikopleura dioica (Appendicularia) de presença significativa nas duas desembocaduras, tem sido citada com freqüência em outros estuários do Brasil (Matsumura-Tundisi, 1972; Nascimento, 1980; Nordi, 1982, Lansac Tôha, 1985; Lopes et al., 1986, dentre outros).

Quanto ao meroplâncton, o mesmo esteve representado principalmente por larvas de Mollusca e de Annelida Polychaeta. Segundo Perkins (1974), o meroplâncton constitui componente importante no estuário, podendo ocorrer em grande abundância. Tundisi (1970) menciona que

variações acentuadas no zooplâncton estuarino decorrem de processos reprodutivos das comunidades bentônicas, que possuem larvas no plâncton.

Para outros sistemas estuarinos no Brasil foram citados ocorrendo em grande abundância velígeres de Gastropoda e de Bivalvia, larvas de Polychaeta, náuplios de Cirripedia, zoeas de Brachyura, ovos e larvas de Pisces com frequência e abundância espacial e temporal variável (Matsumura-Tundisi, 1972; Montú, 1980; Nascimento, 1980; Pereira, 1980; Nordi, 1982; Lansac Tôha, 1985; Montú & Cordeiro, 1988; Lopes *et al.*, 1986; Lopes, 1989; Neumann-Leitão *et al.*, 1992a; Sant'Anna, 1993).

Para as barras norte e sul do Canal de Santa Cruz, os velígeres de Gastropoda foram mais abundantes em Catuama, sendo o período estudado o chuvoso. No estuário da bacia do Pina - PE, Sant'Anna (1993) encontrou o predomínio dessas larvas, no período chuvoso. De acordo com Alves (1991) a espécies de Gastropoda *Tricolia affinis*, *Bittium varium* e *Smaragdia viridis*. Adultos destas espécies foram assinaladas por este autor para o fital de *Halodule wrightii*, que cobre grande parte da área costeira da ilha de Itamaracá. Nesta mesma região, Neumann-Leitão *et al.* (1991/1993) registraram no zooplâncton a ocorrência destas larvas em grande quantidade. Os velígeres de Bivalvia se destacaram na barra de Orange. Nos estudos realizados nesta área por Paranaguá *et al.* (2000) foram registradas a presença destas larvas, principalmente nas preamares. Domonaram às espécies *Crassostrea rhizophorae*, *Mytella charruana* e *M. guyanensis*.

A diversidade específica tanto na barra Orange quanto na barra de Catuama nas duas etapas de coleta foi relativamente baixa, em decorrência do pequeno número de espécies encontradas, fato comum em áreas instáveis, como é o caso dos estuários. Segundo Whittaker (1972) e Connell (1980) a instabilidade ambiental resultante de estresses crônicos é o maior fator limitante na diversidade de espécies. A diversidade também está relacionada com a competição e a predação. A competição por recursos limitados tem sido considerada o determinante primário na diversidade de espécies, pois à medida que os recursos se tornam escassos, somente os mais eficientes prevalecem, resultando em menor número de espécies (MacArthur, 1972). A maior diversidade nas camadas mais profundas evidencia o papel desempenhado pelo fluxo marinho na maior qualidade do ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. S. 1991. **Macrofauna do fital *Halodule wrightii* Aschers, (Angiospermas - Potamogetonaceae) da Praia de Jaguaribe, Ilha de Itamaracá-PE, Brasil**, Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 316p.
- BEERS, J.R. 1981. Determinación de la biomasa del zooplancton. In: Boltovskoy, d. (ed.). **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del Plata:INIDEP, p. 133-141.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1981. Copepoda, In: D. BOLTOVSKOY, **Atlas del Zooplancton del Atlântico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino**. INIDEP, Mar del Plata, 587-616.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1963. On the free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, **13** (1): 1-142.
- BOLTOVSKOY, D. 1999. (Ed). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers. 2v. 1706p.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. (ed.). **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 936p.
- BOUGIS, P. 1974. **Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton**. Paris: Masson et Cie., (2): 200p.
- BURKILL, P.H., EDWARDS, E. S., JOHN, A.W.G., SLEIGH, M.A., 1993^a. Microzooplankton and their herbivorous activity in the northeastern Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research**, California, **40**: 479-493.
- BURKILL, P.H., LEAKY, R.J.G., OWENS, N.J.P., MANTOURA, R.F.C., 1993b. Synechococcus and its importance to the microbial food webs of the northwestern Indian Ocean. In: Burkill, P.H., Mantoura, R.F.C., owens, N.J.P. (Eds.), **Biogeochemical Cycling in the Northwestern Indian Ocean**, **40**: 3.
- CONNELL, J. H. 1980, Diversity and the coevolution of competitors or the ghost of competition past. **Oikos**, Copenhagen, **35**: 131-138.
- DAJOZ, R. 1983. **Ecologia Geral**. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 472p.
- DAY JR, J. W. ; HALL, C. A. J.; KEMP, W. M.; YÁÑES ARANCIBIA, A. 1989. **Estuarine Ecology**. A Willey - Interscience Publication..
- DOWNING, A.G., DURBIN, E.G., 1981. Standing stock and estimated production rates of phytoplankton and zooplankton in Narragansett Bay, Rhodes Island. **Estuaries**, United States, **4**: 24-41.
- FIGUEIREDO, J.A. 2005. **Influência Hidrológica e Biomassa Fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz) - Itamaracá –PE: Variação Nictemeral**. 141 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco.
- FUKAMI, K.A., WATANABLE, S., FUJITHA, K.Y., NISHIJIMA, T., 1999. Predation on naked protozoan microzooplankton by fish larvae. **Marine Ecology Progress Series**, Germany, **185**: 285-291.
- GILLER, P.S., 1984. **Comunity structure and the niche**. London: Dunnet, G. m.; Gimingham, C.H. (eds.), Chapman and Hall, 176 p.
- GUSMÃO, L.M.O. 2000. **Comunidade zooplanctônica nas províncias neríticas e oceânica do Estado de Pernambuco (Latitude 7°32'98" a 8°41'51" S – Longitude 34°04'47" a 35°01'51" W)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 109f.
- JYOTHIBABU, R., MADHU, N.V., JAYALAKSHMI, K, V., BALACHANDRAN, K.K., SHIYAS, C.A., MARTIN, G.D., NAIR, K.K.C., 2006. Impact of freshwater influx on microzooplankton mediated food web in a tropical estuary (Cochin backwaters – India). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London, **69**: 505-518.

- KEMPF, M. 1970. Nota preliminar sobre fundos costeiros da região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **9-11**:95-111.
- LANSAC TÔHA, F. A.. 1985, **Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil)**. São Paulo, 195p. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- LEITÃO, S. N. ; FEITOSA, F. A. N. ; MOURA, M. C. O. ; MONTES, M. J. F. ; MUNIZ, K. ; SILVA-CUNHA, M. G. G. ; PARANAGUÁ, M. N. 2003. Aquaculture impacts on the water quality and plankton community in a mangrove ecosystem in Brazil. **Ecology and the Environment**, Southampton, **63**:161-172.
- LOPES, R. M. 1989, **Zooplâncton do estuário do Rio Guaraú (Peruíbe, São Paulo): composição, distribuição espacial e variação sazonal no período de outubro/86 a outubro/87**. São Paulo, 178p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- LOPES, R. M.; ALMEIDA PRADO-POR, M. S.; POR, F. D. 1986, Zooplankton seasonality in the Rio Verde estuary. **Revue d' Hydrobiologie Tropicale**, Paris **19** (3/4): 207-214.
- MACARTHUR, R.H. 1972. **Geographical Ecology. Patterns in the Distribution of Species**. New York: Harper & Row.
- MACÊDO, S. J. **Fisioecologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE)**. 1974 121 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) - Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MAGALHÃES, K. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; JUNIOR MOURA, A. M. 1997, Morfologia e biomassa da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson no litoral norte de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **25**:83-92.
- MANN, K.H.; LAZIER, J. R. N. 1996. **Dynamics of marine ecosystems biological-physical interactions in the oceans**. E ed. Boston: Blackwell Science,
- MATSUMURA-TUNDISI, T. 1972, **Aspectos ecológicos do zooplâncton da região lagunar de Cananéia com especial referência aos Copepoda (Crustacea)**. São Paulo, 191p. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MCMANUS, M. A., CHERITON, O. M., DRAKE, P. J., HOLLIDAY, D.V., STORLAZZI, C.D., DONAGHAY, P.L., GREENLAW, C.F. 2005. Effects of physical processes on structure and transport of thin zooplankton layers in the coastal ocean. **Marine Ecology Progress Series**, Germany, **301**:199-215.
- MILLER, C.B., 1993. Pelagic production processes in the Subartic pacific. **Progress in Oceanography**, U.K. **32**: 1-15.
- MIRANDA, B.L., CASTRO, M.B., KJERFVE, B. 2002. **Princípios da Oceanografia Física de Estuários**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 413p.
- MONTÚ, M. A. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. **Atlântica**, Rio Grande, **4**:53-72.
- MONTÚ, M.; CORDEIRO, T. A. 1988. Zooplâncton del complejo estuarial de la Bahia de Paranaguá. I. Composición, dinámica de las especies, ritmos reproductivos y acción de los fatores ambientales sobre la comunidad. **Nerítica**, Pontal do Sul, **3**:61-83.
- MOURA, M.C.O. 2000. **Zooplâncton do sistema estuarino do rio Goiana – PE (Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Universidade Federal de Pernambuco, 72f.
- NASCIMENTO, D. A. 1980. **Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá –PE**. 180 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná.
- NASCIMENTO, D. A. 1981. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XV. Copepoda do estuário do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de PE**. Recife, **16**:65-88.

- NEUMANN-LEITÃO, S., GUSMÃO, L. M. O. & NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., 1992, Zooplâncton dos estuários dos rios Massangana e Tatuoca, Suape (PE - Brasil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, **35**: 341-360.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T.A.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; SILVA, A. P. 1999. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic water off North-Eastern Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**, Jena, **47** (2-3): 153-165.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; MACÊDO, S.J.; MEDEIROS, M.L.; KOENING, M.L.; MONTES, M.J.F.; FEITOSA, F.A.N.; GUSMÃO, L.M.O. 2001. Plankton dynamics at Itamaracá mangrove estuarine system, Pernambuco, Brazil. In: Villacampa, Y.; Brebbia, C.A., Usó, J.L. (Eds.). **Ecosystems and sustainable development III**, Southampton, Boston: WITPress, **1**: 409-418.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; NOGUEIRA-PARANHOS, J. D. ; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A. ; PARANAGUÁ, M.N. 1991/1993. Zooplâncton da plataforma continental norte do estado de Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, **22** (1): 97-116.
- NEWELL, G.H.; NEWELL, R.C. 1963. **Marine plankton a practical guide**. London; Hutchinson Educat., 221p.
- NORDI, M. 1982. **Ecologia do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Norte (Paraíba-Brasil)**. São Carlos, 131p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- OMORI, M.; IKEDA, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology**. New York: Wiley. 331p.
- PAFFENHOFER, G.A. 1993. On the ecology of marine cyclopoids (Crustacea, Copepoda). **Journal of Plankton Research**. Oxford, **15** (1): 37-55.
- PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. 1984 Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXV. Zooplâncton do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, **18**: 193-206.
- PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO, D. A.; MACEDO, S. J. 1979. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. II. Distribuição do zooplâncton no estuário do rio Igarassu. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, **14**: 65-92.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O., 2000. In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. **8**:89-102.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO, D. A. 1981. Estudos preliminares sobre a metodologia de coleta de plâncton em viveiros estuarinos, Itamaracá – PE. **Congresso Brasileiro de Engenharia de pesca**. Recife, Anais **2**: 243-358.
- PARANAGUÁ, M. N.e ESKINAZI-LEÇA, E. 1985. Ecology of a northern tropical estuary in Brazil and technological perspectives in fishculture. In: Yañes-Arancibia, A. (Ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons towards na ecosystem integration**. Mexico. 28+595-614.
- PARANAGUÁ, M. N.e KOENING, M. L. 1980. Composição e “standing-stock” do zooplâncton dos viveiros de criação de peixes da região de Itamaracá (PE). **Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**, Recife, Anais **1**: 99-107.
- PARANAGUÁ, M. N.e NEUMANN-LEITÃO, S. 1981. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XIII. Rotíferos planctônicos dos viveiros de cultivo de peixes. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**. Recife, Anais **2**: 233-242.
- PARANAGUÁ, M. N.e NEUMANN-LEITÃO, S. 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco. Zooplâncton dos viveiros de cultivo de peixes de Itamaracá, PE. **Revista Nordestina de Biologia**. João Pessoa, **3**:187-206

- PEREIRA, H.M. 1980. **Zooplâncton do estuário do rio Sergipe (composição e flutuação das populações)**, Dissertação, Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 205p.
- PERKINS, E.J. 1974. **The biology of estuaries and coastal waters**. Academic Press, London. 678p.
- PIELOU, E.C. 1977. **Mathematical ecology**. New York, Wiley, 385p.
- PIERCE, R. W., TURNER, J.T., 1992. Ecology of planctonic ciliates in marine food webs. In: Reid, P.C., Turley, C.M., Burkill, P.H. (Eds.), **Reviews in Aquatic Sciences, Protozoa and Their Role in Marine Processes**. NATO ASI Publication 6. Springer, New York, pp. 139-181.
- PINEL-ALLOUL, B., DOWMING, J. A., PÉRUSSE, M., CODIN-BLUMER, G. 1988. Spatial heterogeneity in freshwater zooplankton: variation with body size, depth and scale. **Ecology**, Durham, **69**: 1393-1400.
- PORTER, K.G., SHERR, E.G., SHERR, B. F., PACE, M. SAUNDERS, R.W., 1985. Protozoa in planktonic food webs. **Journal of Protozoology**. Japan, **32**: 409-415.
- PORTO NETO, F. F.; NEUMANN-LEITÃO, S. NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; GUSMÃO, L. M. O. SILVA, A. P.; SILVA, A. T. 1999. Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, **27** (2): 43-58.
- RAMOS-PORTO, M. 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. VII Crustáceos Decápodos Natantes. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **15**: 277-310.
- RICKLEFS, R. 1996. **A economia da natureza**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 469 p.
- ROBERTSON, J.R., 1983. Predation by estuarine zooplankton on tintinnid ciliates. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. London, **25**: 581-591.
- ROSE, M. 1933. **Faune de France. Copépodes Pélagiques**. Paris: Office Central Faunistique, **26**: 373p.
- SANT'ANNA, E.M.E.1993. **Estrutura e biomassa da comunidade zooplanctônica da Bacia do Pina (Pernambuco – Brasil), relacionadas com fatores ambientais**. Tese (Escola de Engenharia de São Carlos), Universidade de São Paulo, 195 f.
- SANTANA, M. S. R. 1978b. Contribuição ao conhecimento do zooplâncton em viveiros de criação de tainhas *Mugil curema* Valenciennes, 1836. **Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. Recife, **2** (1): 117-124.
- SANTANA, M. S. R. 1978. **Variação do plâncton em viveiro de tainha na Ilha de Itamaracá – Pernambuco**. 106 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- SASSI, R. & MELO, G. N. 1982. Contribuição ao conhecimento da fauna de protozoários do estuário do Rio Paraíba do Norte: Tintinóideos do Rio Mandacaru. **Revista Nordestina Biologia**, João Pessoa, **5**:141-155.
- SCHLACHER, T. A., WOOLDRIDGE, T. H., 1995. Small-scale distribution and variability of demersal zooplankton in a shallow, temperate estuary: tidal and depth effects on species-specific heterogeneity. **Cahiers de Biologie Marine**, Paris **36**: 211-227.
- SCHULER, C. A. B., ANDRADE, V. C., SANTOS, D. S. O manguezal: composição e estrutura In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. **8**:89-102. 2000.
- SCHWAMBORN, R. 1997. **Influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in Northeast Brazil**. 77 f. Tese (Doutorado) - University of Bremen. Alemanha.
- SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; PINTO, A. S.; SILVA, T. A.; SAINT-PAUL, U. 1999. The contribution of estuarine decapod larvae to marine macrozooplankton communities in northeast Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**. Jena, **47**: 167-182.
- SCHWAMBORN, R.; SILVA, T. A. 1996. Comparação da resistência de duas comunidades zooplanctônicas (Canal de Santa Cruz e Praia do Pilar, Itamaracá, Pernambuco, Brasil) ao choque

- hipoosmótico. Um estudo eco-fisiológico preliminar. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, **24**: 135-143.
- SHANNON, L. E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bulletim of System Tecnnology Journal**, California, **27**: 379-423.
- SILVA, A. P.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T.A. 2004. Mesozooplankton of an Impacted Bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, **47** (3): 485-493.
- SILVA, T.A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L.M.O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A. 2003. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **20** (3): 367-563.
- SMITH, R. L.; SMITH, T.M. 2001. **Ecología**. 4 ed. Madrid: Pearson Educación, 664p.
- STOECKER, D.K., CAPUZZO, J.M., 1990. Predation on protozoa: its importance to zooplankton. **Journal of Plankton Research**. Oxford, **12**: 891-908.
- STOECKER, D.K., EGLOFF, D.A., 1987. Predation of *Acartia tonsa* on planktonic ciliates and rotifers. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. Australia, **110**: 53-68.
- TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. 1957. Manuel de planctonologie Méditerranéenne. Centre Nacional de la Recherche Scientifique, Paris. 2v.
- TUNDISI, J. G.; TEIXEIRA, C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; KUTNER, M.B.; KONOSHITA, L. 1978. Plankton studies in a mangrove environment. IX. Comparative investigations with coastal oligotrophic water. **Revista Brasileira Biologia**, Rio de Janeiro, **38**:301-320.
- TUNDISI, J.G. 1970. O plâncton estuarino. **Contribuições Avulsas Instituto Oceanografico São Paulo, Série Oceanografia Biologica**. São Paulo, **19**: 1-22.
- VERITY, P.G., STOECKER, D. K., SERIACKI, M. E., NELSON, J. R., 1993. Grazing, growth, mortality of microzooplankton during the 1989 North Atlantic spring bloom at 47°N, 18°W. **Deep-Sea Research**. California, **40**: 1793-1814.
- WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**. Austria, **21**: 213-251.

5.2 Artigo 2

Dinâmica e Transporte do microzooplâncton na Barra de Catuama (Canal de Santa Cruz) Itamaracá, PE.

RESUMO

Estudos sobre o transporte instantâneo do microzooplâncton entre o Canal de Santa Cruz – a partir da Barra de Catuama – e a plataforma costeira adjacente foram realizadas com o objetivo de compreender a dinâmica dos processos de trocas entre a barra de Catuama e a plataforma costeira adjacente. As coletas foram realizadas durante as marés de sizígia (05 e 06/08/2001) e de quadratura (11 e 12/08/2001), em intervalos de 3 horas. As amostras foram coletadas em três estações fixas (Estações Meio, Continente e Ilha) e em três níveis de profundidade (superfície, meio e fundo). Com o auxílio de uma bomba de sucção, a água foi filtrada com rede de plâncton (64 μm), durante 3 a 5 minutos. Simultaneamente às coletas biológicas foram realizadas medições de velocidade e direção de corrente, através de um perfilador acústico de corrente (ADCP), além de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, nutriente e clorofila *a*. A barra de Catuama apresentou uma grande variabilidade nos dados de biomassa e densidade, com valores relativamente elevados, sobretudo durante a sizígia. Os maiores valores de transporte de biomassa e organismos foram observados durante o período noturno (enchente e vazante). Os fluxos de importação e exportação apresentaram diferenças significativas, sugerindo que em determinados períodos os valores de importação possuem maior magnitude. Provavelmente estes dados podem ser em decorrência da forte influência marinha existente na área estudada. Os dados apresentados mostraram que apenas as marés influenciaram nos parâmetros bióticos e abióticos, sendo o fator estruturante da comunidade zooplancônica próxima à barra de Catuama.

INTRODUÇÃO

A distribuição, abundância e dispersão de vertebrados e invertebrados marinhos é controlada por uma combinação de fatores bióticos e abióticos que incluem: dinâmica reprodutiva dos adultos, tolerância fisiológicas, conduta das larvas e condições climáticas (Rothlisberg e Church, 1994).

Os ambientes estuarinos são regiões costeiras semi-fechadas sujeitas aos aportes dos rios e do fluxo marinho (Ricklefs, 1996). A distribuição do zooplâncton nos estuários é temporal e espacialmente heterogênea, mais do que em outros ecossistemas aquáticos, por causa das condições dinâmicas destes ambientes (Downing *et al.*, 1987; Pinel-Alloul *et al.*, 1988; Schlacher e Wooldridge, 1995), ou seja, variações físicas e químicas são muito comuns em ambientes estuarinos

e isto pode ser refletido na estrutura da comunidade zooplanctônica alterando sua composição e abundância (Hansen *et al.*, 1988; Kibirige e Perissinotto, 2003).

Muitos vertebrados e invertebrados marinhos realizam uma obrigatória migração entre diferentes habitats durante diferentes estágios do ciclo de vida, isto envolve uma série de fatores com um largo número de processos físicos e estímulos (Rothlisberg e Church, 1994).

Estuários tropicais são caracterizados pela convergência frontal das marés, geralmente, aparentes pelo acúmulo de folhas de mangue e espuma ao longo de linhas bem evidentes (Schwamborn e Bonecker, 1996).

Dentre os ecossistemas tropicais estuarinos do Nordeste do Brasil, destaca-se o Canal de Santa Cruz, pois é o centro do sistema estuarino de Itamaracá e um dos ecossistemas aquáticos mais estudados no Brasil. Nele deságuam cinco rios principais. Em direção à plataforma costeira, recifes de arenito delimitam o sistema estuarino. Entre os recifes e a Ilha de Itamaracá, existe uma bacia rasa de aproximadamente 0,5 a 2 m de profundidade. Estudos recentes indicam que bancos de areia formam uma eficiente barreira entre a pluma estuarina e prados de fanerógamas em Itamaracá (Schwamborn e Silva, 1996). Além dos arrecifes, algas calcáreas (*Halimeda* sp) são abundantes formando fundos de algas calcáreas (Kemp *et al.*, 1970; Pereira, 2000).

As pesquisas sobre o zooplâncton na região estuarina do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, têm desenvolvido uma serie de trabalhos, entre os quais: Paranaguá e Eskinazi-Leça (1985); Schwamborn e Silva (1996); Schwamborn (1997); Porto Neto *et al.* (1999); Schwamborn *et al.* (1999), Paranaguá *et al.* (2000), Neumann-Leitão *et al.* (2001) Silva *et al.* (2003).

Embora os estuários sejam muito estudados por causa da sua importância assim como da acessibilidade, pouco se sabe sobre os pequenos processos que acontecem neles. E se reconhece que esses ambientes exibem uma variedade de fenômenos fronteiros convergentes dirigidos pelas forças de fluabilidade associadas com descarga de água doce (Nunes e Simpson, 1985), que só recentemente vêm sendo estudados.

Logo o conhecimento da exportação/importação do Canal de Santa Cruz através da barra de Catuama é importante, uma vez que se verificará o quanto é exportado/importado e se realmente essas áreas enriquecem as áreas costeiras e se afetam na composição das teias tróficas pelágicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área estudada

A ilha de Itamaracá está localizada no estado de Pernambuco, cerca de 50 km ao norte da cidade do Recife. Situa-se entre as latitudes 7° 34'00" S e 7° 55'16" S e entre as longitudes 34° 48'48" W e 34° 52'24" W.

Segundo Kempf (1970), a Ilha de Itamaracá não é afastada da costa, mas simplesmente isolada por um braço de mar penetrando no continente. Este braço de mar, denominado de Canal de Santa Cruz, possui uma extensão de 22 Km, e largura variável de 0,6 a 1,5 Km. Toda a área é rasa, com profundidade média dentro do Canal em torno dos 4-5 m, na maré baixa, e em alguns pontos muitas vezes a profundidade pode ser inferior a 2m.

O canal se comunica com o mar ao norte, pela barra Catuama, e ao sul, pela barra Orange, e recebe a influência continental através de vários rios, destacando-se, na parte norte, os rios Catuama, Carrapicho, Botafogo e Congo, e na parte sul, os rios Igarassu e Paripe. Ao todo, a bacia hidrográfica abrange cerca de 750 km² (Macêdo, 1974).

A plataforma continental adjacente à ilha de Itamaracá é estreita, não ultrapassando 20 milhas de largura. Sua parte interna está caracterizada pela presença de recifes, encontrados a uma profundidade de 2 metros, aproximadamente. Estes recifes têm uma estrutura coralínea (corais e algas calcárias incrustantes), estabelecida sobre um embasamento arenítico totalmente recoberto, apresentando uma densa cobertura algal com predominância de Chlorophyceae e Phaeophyceae. Próximo à costa, o substrato é constituído pela fácies de areia fluvial quartzosa e está densamente povoado por prados da fanerógama marinha *Halodule wrightii* (Magalhães *et al.*, 1997).

O ecossistema manguezal que margeia o Canal de Santa Cruz, em quase toda a extensão possui uma cobertura vegetal onde evidenciam-se os mangues: *Rhizophora mangle* L. com maior densidade, representando 74,3% de cobertura, seguida por *Laguncularia racemosa* Gaertn (19,9%), *Avicennia schaueriana* Staf e Leechman com 5,8% e, por fim, uma pequena participação de *Conocarpus erecta* L. (Schuler *et al*, 2000).

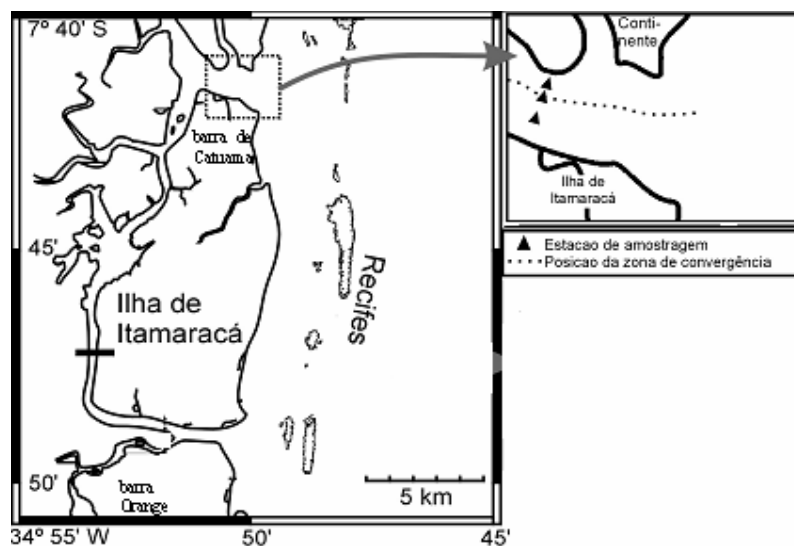


Figura 1 - Mapa do Sistema Estuarino de Itamaracá, Pernambuco, indicando os locais de coleta em relação às zonas de convergência.

Metodologia

As coletas foram realizadas na barra de Catuama ao norte da Ilha de Itamaracá, em agosto de 2001, em marés de sizígia (5 e 6/08/01) e quadratura (11 e 12), em intervalo de 3 horas, correspondendo a um ciclo nictemeral. Imediatamente antes de cada amostragem foi realizado um perfil de corrente por meio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) e cujas estações foram plotadas levando-se em consideração a localização da zona de convergência no momento da coleta. A partir do posicionamento da Estação Meio ou Convergência, foram demarcadas uma estação equidistante entre a convergência e a terra firme (Estação Continente) e outra equidistante entre a convergência e a Ilha de Itamaracá (Estação Ilha). Quanto ao ponto de amostragem foram realizadas coletas em três níveis de profundidade para a estação Meio ou Convergência (superfície, meio e fundo) e em dois níveis de profundidade para as outras duas estações (superfície e fundo).

Para determinação do oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade e sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato), as amostras foram coletadas por meio de garrafa de Nansen, em duas profundidades (superfície e fundo), nos quatro estágios de maré (baixa-mar, enchente, preamar e vazante); entretanto, para as estações Continente e Ilha, as amostras foram coletadas apenas nas marés enchente e vazante para análise dos nutrientes. O oxigênio dissolvido (mL.L^{-1}) foi obtido utilizando-se o método de Winkler, descrito por Strickland e Parsons (1972). A temperatura foi medida através de um termômetro digital. A salinidade foi medida através do método de Mohr-

Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1972). Os sais nutrientes ($\mu\text{mol.L}^{-1}$): nitrito, nitrato e fosfato, foram analisados de acordo com as técnicas descritas por Strickland e Parsons (1972) e o silicato e amônia de acordo com Grasshoff *et al.* (1983).

Para a obtenção da biomassa fitoplanctônica foram realizadas coletas de água (37 amostras) durante as marés de sizígia e quadratura, na camada superficial com o auxílio da garrafa de Nansen. Logo após as coletas as amostras foram levadas ao laboratório, onde foram filtradas com o auxílio de bomba de vácuo em filtros Millipore HAWPOO 47, em seguida os filtros com as amostras foram acondicionados em papel alumínio e postos no interior de envelopes contendo todos os dados referentes às amostras, sendo, estocados no freezer a uma temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. A biomassa fitoplanctônica foi obtida através do processo de extração de clorofila *a* em acetona a 90% por 24 segundo metodologia descrita pela UNESCO (1966). As leituras foram obtidas no espectrofotômetro Micronal B-280 nos comprimentos de onda de 630, 645, 665-750 nanômetro, sendo os resultados expressos em mg.m^{-3} .

As amostras de plâncton num total de 112 amostras foram obtidas com o auxílio de uma bomba de sucção, acoplada a uma embarcação movida a motor. A água foi filtrada com rede de plâncton com 64 micrometros de abertura de malha. Dependendo da concentração de material em suspensão, o período de bombeamento da água variou de três a cinco minutos. Logo após a filtragem, o material biológico foi transferido para recipientes plásticos devidamente etiquetados e fixado com formol a 4% neutralizado com Tetraborato de sódio (5g/L), de acordo com técnicas descritas por Newell e Newell (1963).

A biomassa, foi obtida através do peso úmido onde as amostras do zooplâncton foram pesadas, em balança de precisão, de acordo com a técnica proposta por Beers (1981) e Omori e Ikeda (1984).

Para a análise qualitativa e quantitativa dos organismos microzooplânctônicos, cada amostra foi colocada em um bquer ao qual adicionou-se água doce filtrada para efetuar a diluição, que variou de 25 ml a 100 ml de acordo com o volume da amostra. Em seguida, retirou-se uma subamostra de 1 ml com auxílio de uma pipeta “Stempel” e vertida em lâmina “Sedgwick-Rafter”, a qual foi analisada em microscópio composto (marca Zeiss).

Para a identificação dos organismos zooplânctônicos e obtenção de informações ecológicas foi utilizada a seguinte bibliografia: Rose (1933), Tregouboff e Rose (1957), Björnberg (1963; 1981), Bougis (1974), Boltovskoy (1981; 1999) e Omori e Ikeda (1984), dentre outras.

O transporte instantâneo da densidade e biomassa do microzooplâncton foi calculado baseado na velocidade da corrente. O vetor da corrente obtido do ADCP foi usado para calcular a componente vetorial que é relevante para os processos de transporte entre as águas estuarinas e

costeiras. Para este propósito primeiro foi calculado a média do ângulo da direção na estação Meio até o máximo da vazante, que foi 140° N (derivação padrão: 11°) isto foi assumido como o fluxo de saída do estuário. A velocidade da corrente ao longo do fluxo de saída do componente vetorial foi calculado para cada nível de maré, profundidade e estação, baseado geralmente na média de 10 medições do ADCP por estação. As taxas de transporte instantâneo ($\text{Ind.m}^{-3}.\text{s}^{-1}$) foram calculadas multiplicando-se a velocidade da corrente ao longo do vetor da componente do fluxo de saída (m.s^{-1} , valor positivo para entrada no estuário) pela densidade e biomassa do microzooplâncton. Isto foi feito para cada amostra coletada.

Foram realizadas análises de variância através do teste não paramétrico de Mann Whitney para verificar as possíveis influências dos parâmetros ambientais: salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes e clorofila *a* sobre a abundância e biomassa do microzooplâncton. Foram considerados estatisticamente diferentes os blocos com $p < 0,05$. Foram testados os seguintes fatores: nível de maré (preamar, vazante, baixa-mar e enchente), fase de maré (sizígia e quadratura), fotoperíodo (dia e noite), estações (Continente, Meio e Ilha) e nível de coleta (superfície, meio e fundo).

Para a abundância do microzooplâncton foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) também não paramétrico, para verificar o grau de associação entre este parâmetro e as variáveis, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e clorofila *a*. Este mesmo teste também foi aplicado para verificar o grau de associação entre a clorofila *a* e os nutrientes, amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato. Foi realizada também correlações entre a densidade do microzooplâncton e a densidade do macrozooplâncton assim como também entre a densidade e biomassa do macrozooplâncton. Os dados do macrozooplâncton foram obtidos de Melo Júnior (2005). Todas esses testes estatísticos foram aplicados utilizando-se o programa BioEstat 3.0.

Para determinar a relação entre os parâmetros bióticos e abióticos, foi utilizada a Análise dos Componentes Principais (ACP), para esta análise foi formada uma matriz com a abundância e biomassa do microzooplâncton e os parâmetros ambientais, nesta matriz foram utilizados apenas os dados das marés de enchente e vazante, uma vez que só foram coletados nutrientes nas mesmas. Depois de formada a matriz foi submetida a uma padronização por fileiras, para reduzir os efeitos das diferentes escalas. Em seguida, foi calculada a similaridade por correlação momento produto de Pearson e computados os valores da matriz de dispersão, estando associada a cada um desses, autovalores e autovetores, que correspondem aos eixos principais do espaço multidimensional enquanto os eixos principais seguintes representam dimensões sucessivas gradativamente menores. Todos estes cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (Numerical

Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, California – USA.

RESULTADOS

Salinidade, Temperatura e Oxigênio Dissolvido

Quanto à salinidade não houve diferenças significativas entre as fases de maré de sizígia e de quadratura. Porém de um modo geral, pode-se dizer que durante a sizígia a salinidade apresentou valores um pouco mais acentuados. Na maré de sizígia o gradiente de salinidade variou de 35,65 durante a preamar diurna da estação Meio na camada do fundo a 28,35 durante a baixa-mar noturna da estação Continente na camada da superfície, com média geral de $32,81 \pm 2,30$. Na quadratura este gradiente variou de 35,00 durante a preamar noturna na estação Ilha na camada do fundo a 28,35 durante a baixa-mar noturna da estação Continente na superfície, com média de $32,41 \pm 2,02$. As estações tiveram valores muito próximos, não apresentando diferenças significativas entre si.

Considerando os níveis de profundidade, foi observada uma estratificação vertical da salinidade apenas na maré de quadratura ($p=0.0000$), onde os valores de salinidade da camada do fundo apresentaram-se maiores do que o da superfície, devido à entrada de água marinha.

Em relação aos picos de salinidade entre as marés foi observado que a salinidade seguiu um padrão com os valores mais elevados na preamar e enchente, e os valores mais baixos durante a baixa-mar, correspondendo a uma variação nictemeral bem definida, principalmente na maré de sizígia, onde foram observadas diferenças significativas ($p<0,05$) em todos os níveis de maré. Entretanto, na quadratura não houve diferença entre as marés vazantes e enchentes e entre a baixa-mar em relação à enchente e a vazante (Figura 2).

A temperatura apresentou diferenças significativas entre as fases de maré sizígia/quadratura ($p=0,0000$) e entre os níveis de marés BM/PM, PM/EM e PM/VZ apenas na maré de sizígia, onde foram observadas diferenças significativas ($p<0,05$). Também foi possível observar diferenças significativas na temperatura entre o fotoperíodo dia/noite na maré de quadratura ($p=0,0133$).

Na maré de sizígia a média geral da temperatura foi de $25,58 \pm 0,27^\circ\text{C}$ os valores máximos e mínimos observados foram de $26,37^\circ\text{C}$ na enchente diurna da estação Meio na superfície e de $24,99^\circ\text{C}$ na preamar diurna da estação Ilha na camada do fundo. Na maré de quadratura a média geral foi de $25,88 \pm 0,38^\circ\text{C}$ com valores que variaram de $26,49^\circ\text{C}$ na baixa-mar diurna da maré estação

continente na superfície a 25,30°C na baixa-mar diurna da estação continente na camada do fundo (Figura 2).

No tocante aos teores de oxigênio dissolvido na maré de sizígia e quadratura só foi possível observar diferenças significativas entre o fator nível de maré, os demais fatores sizígia/quadratura, fotoperíodo e profundidade de coleta, não apresentaram diferenças significativas no oxigênio dissolvido.

Na maré de sizígia a variação nictemeral das concentrações de oxigênio dissolvido foi bem definida com $p < 0,05$ em todos os níveis de maré, na quadratura foram observadas diferenças apenas entre baixa-mar e a preamar e entre a preamar e a vazante e enchente.

Os maiores e menores valores de oxigênio dissolvido observados na maré de sizígia foram de 6,95 mL.L⁻¹ na superfície da enchente diurna da estação Ilha e de 2,38 mL.L⁻¹ na camada de fundo da baixa-mar diurna da estação Continente, com uma média de $5,14 \pm 0,61$ mL.L⁻¹.

Na maré de quadratura o oxigênio dissolvido apresentou um média de $5,20 \pm 0,65$ mL.L⁻¹ com um gradiente que variou de 6,42 mL.L⁻¹ na camada do fundo da preamar noturna da estação Continente a 3,05 mL.L⁻¹ na superfície da enchente noturna na estação Continente (Figura 2).

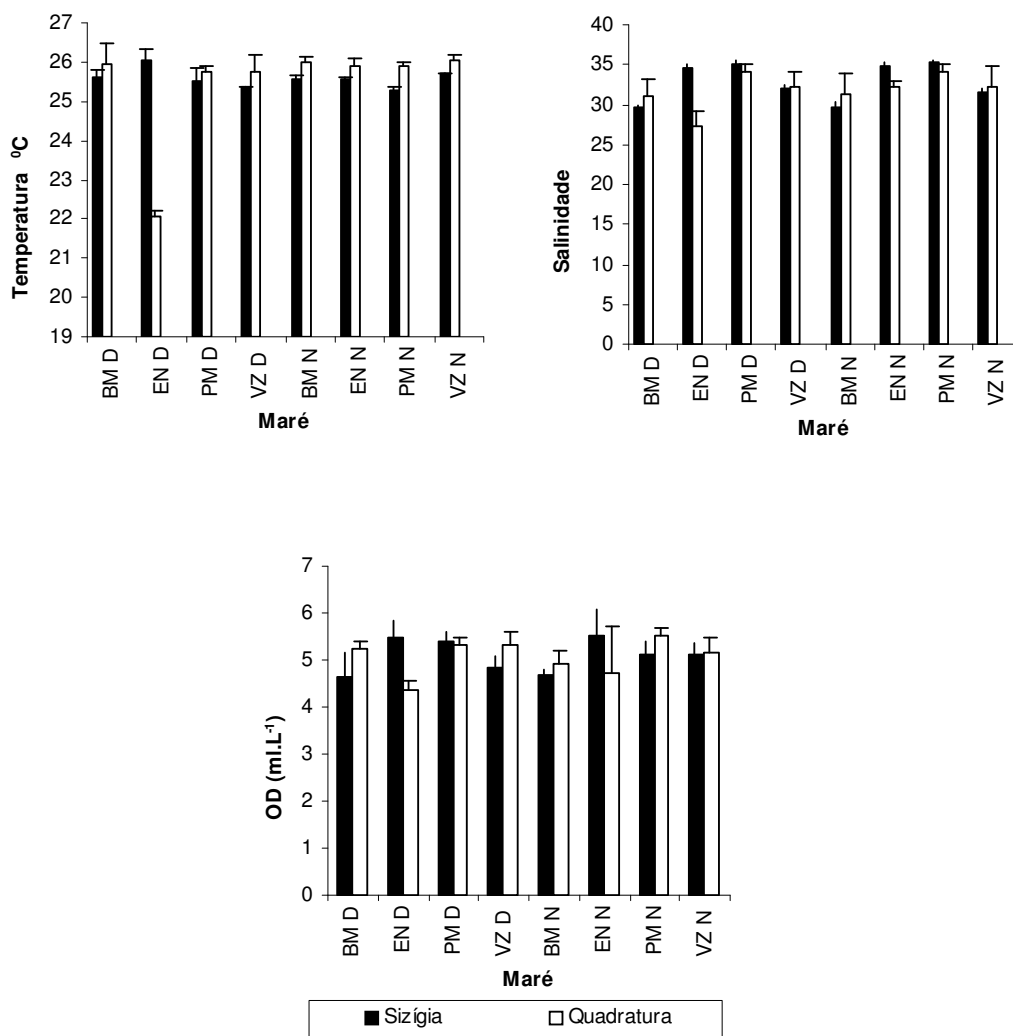


Figura 2 – Distribuição média dos parâmetros ambientais: temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001. BM=baixa-mar, EN=enchente, PM=preamar, VZ=vazante, D=diurna e N=noturna.

Nutrientes inorgânicos dissolvidos

Nitrito

Os teores de nitrito não apresentaram diferenças significativas entre os fatores fases de maré sizígia/quadratura, fotoperíodo e profundidade de coleta. Em relação às estações de coleta foi possível observar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre a estação Meio em relação à estação Continente e Ilha tanto na sizígia quanto na quadratura. Não houve diferenças significativas entre os níveis de maré durante a sizígia, porém foi observado diferenças na maré de quadratura com $p = 0,0203$.

Os valores mínimos estiveram em sua grande maioria abaixo do limite de detecção. Para a maré de sizígia o valor máximo foi de $0,295 \mu\text{M}$ registrado na preamar noturna da estação Meio na superfície, e a média geral foi de $0,066 \pm 0,058 \mu\text{M}$. Na maré de quadratura o valor máximo foi de $0,143 \mu\text{M}$ observado na preamar diurna na estação Meio na superfície, e a média geral foi de $0,038 \pm 0,057 \mu\text{M}$ (Figura 3).

Nitrato

Os teores de nitrato apresentaram valores significativamente diferentes apenas entre as estações tanto na maré de sizígia quanto na de quadratura, sendo registrado diferenças entre as estações: Continente e Meio ($p = 0,0008$ para sizígia e $p = 0,0007$ para quadratura) e Meio e Ilha ($p = 0,0001$ na sizígia). A média global da maré de sizígia foi de $0,644 \pm 0,803 \mu\text{M}$ com um máximo de $5,646 \mu\text{M}$, registrado na camada do fundo da preamar noturna da estação Meio. Na maré de quadratura o valor médio foi de $0,472 \pm 0,934 \mu\text{M}$, com um máximo de $3,397 \mu\text{M}$, também registrado na camada do fundo da preamar noturna da estação Meio. Já os valores mínimos apresentaram-se muito próximos em ambas às fases de maré sendo registrado um mínimo de $0,032 \mu\text{M}$ na maré de sizígia que ocorreu na preamar diurna da camada da superfície da estação Meio. Na quadratura o valor mínimo foi de $0,029 \mu\text{M}$ na superfície da vazante noturna da estação Continente (Figura 3).

Amônia

As concentrações de amônia estiveram aproximadas nas duas fases de maré. Os valores mínimos observados na sua grande maioria estiveram abaixo do limite de detecção. Na maré de sizígia a média geral foi de $0,07 \pm 0,06 \mu\text{M}$, onde foi registrado um valor máximo de $0,25 \mu\text{M}$, na superfície, da preamar noturna na estação Meio. Em relação a quadratura a média geral foi de $0,05 \pm 0,07 \mu\text{M}$, tendendo para esta maré um máximo de $0,20 \mu\text{M}$ na superfície da preamar noturna da estação Meio e um mínimo de $0,0009 \mu\text{M}$ na camada do fundo da vazante noturna na estação Ilha (Figura 3).

Não foi possível identificar diferenças significativas entre os fatores sizígia/quadratura, fotoperíodo, profundidade de coleta e nível de maré. Entre as estações ocorreram diferenças significativas apenas entre a estação Meio em relação à estação Continente ($p=0,0033$) na maré de sizígia e entre a estação Meio em relação à estação Continente ($p=0,0253$) e Ilha ($p=0,0016$) na maré de quadratura.

Fosfato

Os valores de fosfato não apresentaram diferenças significativas em nenhum dos fatores estudados. As concentrações de fosfato estiveram, em grande número, abaixo do limite de detecção para ambas as fases de marés. A média global na sizígia foi de $0,106 \pm 0,081 \mu\text{M}$ com um máximo de $0,502 \mu\text{M}$ registrado na camada do meio da enchente diurna na estação Meio. Na maré de quadratura a média foi de $0,097 \pm 0,076 \mu\text{M}$ com um máximo de $0,299 \mu\text{M}$ observado na camada do fundo da vazante noturna na estação Continente (Figura 3).

Silicato

Na maré de sizígia, foi observado um máximo de $55,38 \mu\text{M}$ registrado na superfície da baixa-mar noturna na estação Meio, e um mínimo de $0,656 \mu\text{M}$ registrado na superfície da vazante noturna da estação Continente. A media global observada foi de $18,15 \pm 11,07$ (Figura 3).

Na quadratura, o valor máximo foi de $36,41 \mu\text{M}$ e ocorreu na superfície da baixa-mar diurna na estação Meio e o mínimo foi de $6,49 \mu\text{M}$, registrado na superfície da baixa-mar noturna da estação Meio. O valor médio de silicato foi de $16,55 \pm 6,91$ (Figura 3).

Em relação à variação nictemeral, foram observadas diferenças significativas apenas na maré de sizígia ($p=0,0018$).

Os fatores fotoperíodo, fases de maré e profundidade de coleta não apresentaram diferenças significativas em nenhuma das fases de maré.

Quanto às estações de coleta foram observadas diferenças significativas ($p<0,05$) entre a estação Meio e ilha nas duas fases de marés e entre a estação continente e meio na maré de sizígia.

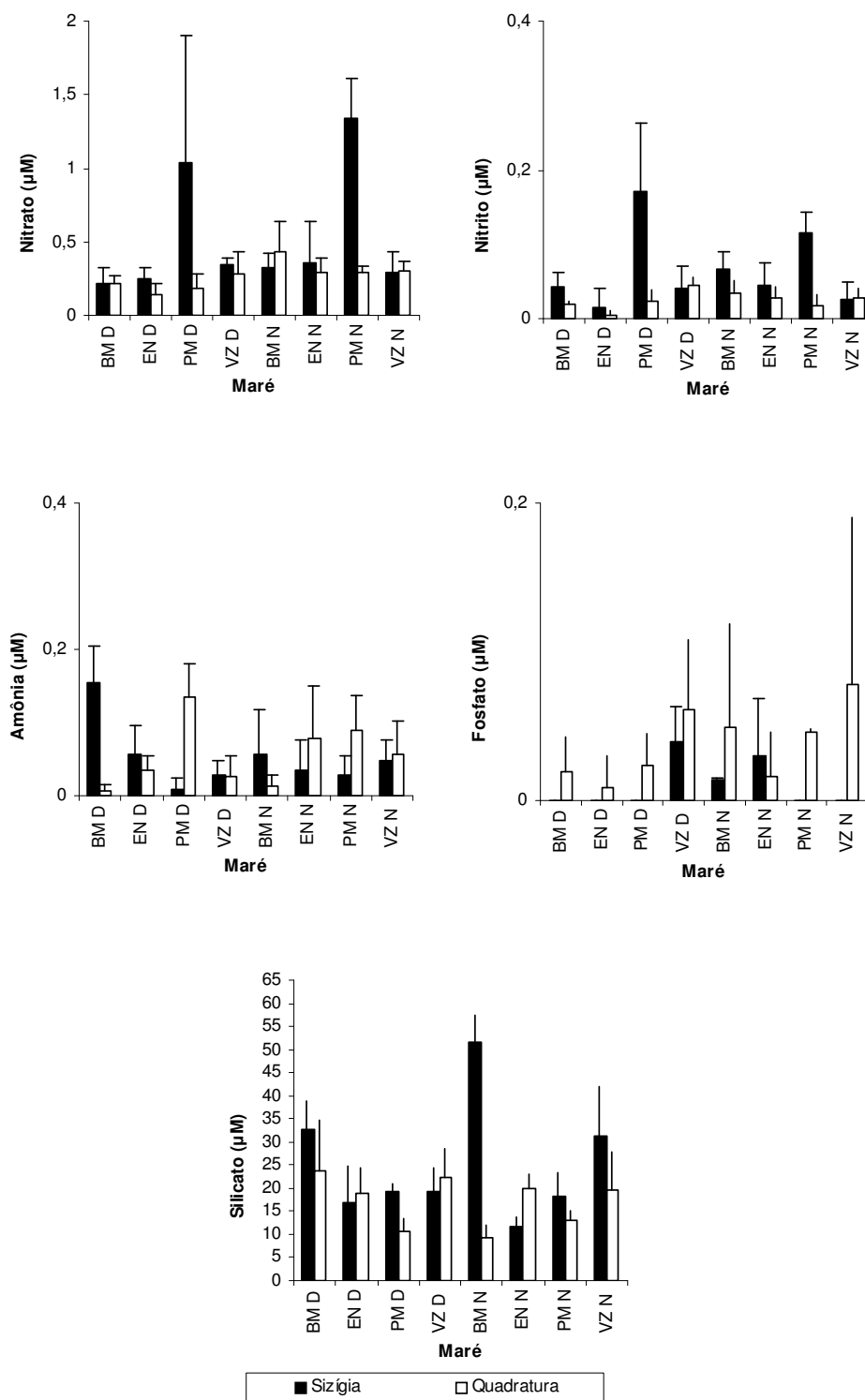


Figura 3 – Distribuição média dos parâmetros ambientais: Nitrato, Nitrito, Amônia, Fosfato e Silicato durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001. BM=baixa-mar, EN=enchente, PM=preamar, VZ=vazante, D=diurna e N=noturna.

Biomassa Fitoplanctônica

De um modo geral os maiores valores de clorofila *a*, foram observados na maré de quadratura, e que para ambas as marés os mesmos ocorreram principalmente durante a baixa-mar (Figura 4).

Na maré de sizígia a média global foi de $19,45 \pm 10,72 \text{ mg.m}^{-3}$ apresentando um valor máximo de $42,63 \text{ mg.m}^{-3}$, registrado na superfície da baixa-mar noturna da estação continente, e um mínimo de $5,22 \text{ mg.m}^{-3}$ registrado na superfície da vazante diurna na estação Continente (Figura 4).

A maré de quadratura apresentou uma média global de $26,65 \pm 10,51 \text{ mg.m}^{-3}$, onde foi observado um máximo de $42,0 \text{ mg.m}^{-3}$ na superfície da baixa-mar noturna da estação continente e um mínimo de $0,87 \text{ mg.m}^{-3}$ registrado na superfície da baixa-mar diurna da estação meio (Figura 4).

Em relação à biomassa fitoplanctônica só foi possível observar diferenças significativas entre a fase de maré sizígia e quadratura ($p=0.0017$) não se observou diferenças entre os demais fatores estudados.

Biomassa Planctônica e Abundância do microzooplâncton

A biomassa planctônica da área estudada não apresentou diferenças significativas entre as fases de maré sizígia e quadratura, porém de uma forma geral foram observados valores mais altos na maré de sizígia a qual apresentou uma média global de $734,4 \pm 717,72 \text{ mg.m}^{-3}$, com máximo de $7143,90 \text{ mg.m}^{-3}$ na camada do fundo da estação Ilha durante a enchente diurna e um mínimo de $98,7 \text{ mg.m}^{-3}$ registrado na superfície da estação Continente durante a preamar diurna (Figura 4).

Na maré de quadratura a média global foi de $492,65 \pm 216,90 \text{ mg.m}^{-3}$, com um máximo de $1150,70 \text{ mg.m}^{-3}$, registrado na camada do fundo da estação Ilha durante a enchente diurna, e o valor mínimo foi de $123,20 \text{ mg.m}^{-3}$, registrado na camada do fundo da estação continente durante a preamar diurna (Figura 4).

Em relação aos demais fatores estudados foi possível identificar diferenças significativas em relação à profundidade de coleta superfície/fundo apenas na maré de quadratura, sendo $p= 0.0013$. Quanto ao fotoperíodo dia/noite observou-se diferenças significativas apenas na maré de sizígia com $p= 0.0345$.

No tocante aos níveis de maré não foi observada uma variação nictemeral bem definida em ambas as fases de maré, sendo registradas diferenças significativas em ambas às marés entre a

PM/EN ($p=0.0000$ para sizígia e $p=0.0387$ para a quadratura), a VZ/EN apenas na sizígia ($p=0.0000$) entre a BM/EN na sizígia ($p=0.0000$) e entre a BM/PM na quadratura ($p=0.0088$).

Não foram observadas diferenças significativas em ambas as barras para os fatores estações de coletas em nenhuma das fases de maré.

A densidade microzooplânctônica apresentou valores bem mais elevados na maré de quadratura (média de $155.679,38 \pm 108.717,67 \text{ ind.m}^{-3}$) comparado com a maré de sizígia (média de $90.714,56 \pm 75.050,68 \text{ ind.m}^{-3}$), sendo observadas diferenças significativa entre as duas marés ($p=0.0000$) (Figura 4).

Na maré de quadratura o valor máximo foi de $518.518,52 \text{ ind.m}^{-3}$ registrado na superfície da estação Continente durante a enchente noturna, e o valor mínimo foi de $15.365,85 \text{ ind.m}^{-3}$ registrado na camada do fundo da estação Meio durante a vazante diurna. Na maré de sizígia o valor máximo foi de $427.758,62 \text{ ind.m}^{-3}$ e ocorreu na superfície da estação Meio durante a baixa-mar noturna e o mínimo foi de $1.464,64 \text{ ind.m}^{-3}$ registrado na camada do fundo da estação Continente durante a preamar noturna.

Em relação ao fator fotoperíodo apenas a maré de quadratura apresentou diferenças significativas com $p=0.0218$. Os fatores profundidade de coleta e estações de coleta não apresentaram diferenças significativas em nenhuma das fases de maré.

No tocante a variação nictemeral, foi possível observar um ciclo de maré bem definido apenas na maré de sizígia tendo sido observado um $p<0.05$ em todos os momentos de maré.

Transporte instantâneo da biomassa planctônica e da abundância do microzooplâncton

Na barra de Catuama, durante a maré de quadratura, foi possível observar que durante a vazante os valores de velocidade da corrente foram maiores com valores compreendidos entre $0,03$ a $-0,63 \text{ m.s}^{-1}$. Durante a enchente a velocidade apresentou valores que variaram de $0,14$ a $0,47 \text{ m.s}^{-1}$. Na maré de sizígia, ao contrário da quadratura os maiores valores de velocidades foram registrados na enchente variando de $0,15$ a $0,70 \text{ m.s}^{-1}$. Na vazante foram observados valores compreendidos entre $0,14$ a $0,68 \text{ m.s}^{-1}$. Tanto durante a sizígia quanto durante a quadratura foram observadas diferenças significativas ($p<0.001$) entre todos os níveis de maré.

O transporte instantâneo da biomassa e da abundância do microzooplâncton apresentou o mesmo padrão, tendo os maiores valores de transporte sido registrados na maré de sizígia, porém não foram observadas diferenças significativas entre as marés de sizígia e quadratura (Figura 5). No

tocante aos níveis de marés foi observada uma variação nictemeral bem definida, porém, tanto a biomassa quanto a abundância apresentaram valores acima da média durante a enchente e a vazante com valores significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre elas (VZ e EN) e os demais níveis de maré.

O maior valor observado na maré de sizígia foi $183.989,51 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ registrado na superfície da enchente diurna da estação Meio e o menor foi $-75,66 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ camada do meio da preamar noturna da estação Meio. Na maré de quadratura o maior valor foi $154.035,09 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ registrado na superfície da vazante diurna da estação Meio e menor foi de $730,81 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ registrado na camada do fundo da vazante diurna da estação Meio.

Em relação ao fator profundidade de coleta superfície/fundo foi observada diferença significativa apenas na maré de quadratura tanto na biomassa ($p=0.0061$) quanto na abundância ($p=0.0027$). Os fatores fotoperíodo e estações de coleta não apresentaram diferenças significativas nem na biomassa nem na abundância do microzooplâncton.

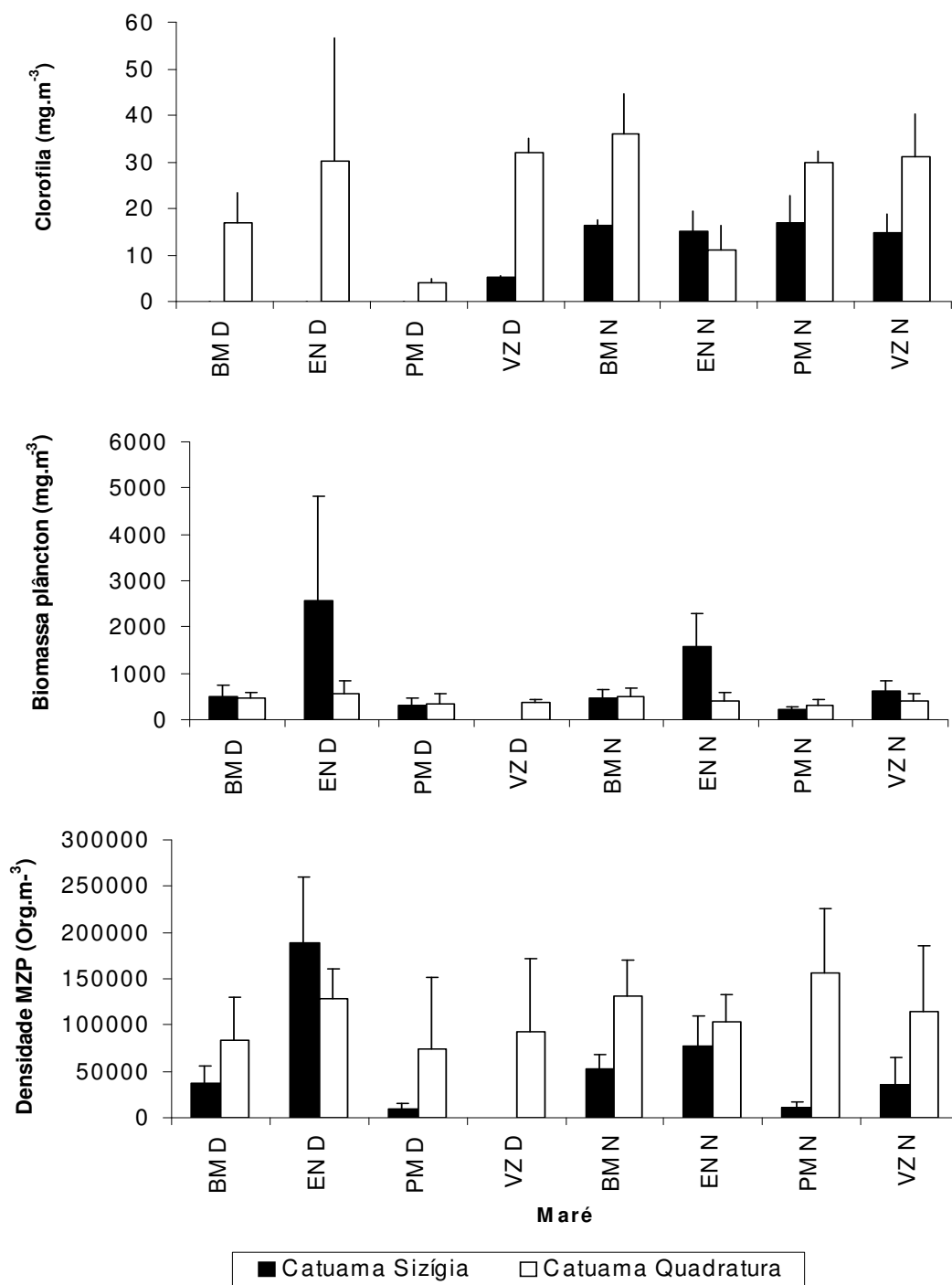


Figura 4 – Clorofila *a*, biomassa planctônica e abundância do microzooplâncton, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001. BM=baixa-mar, EN=enchente, PM=preamar, VZ=vazante, D=diurna e N=noturna.

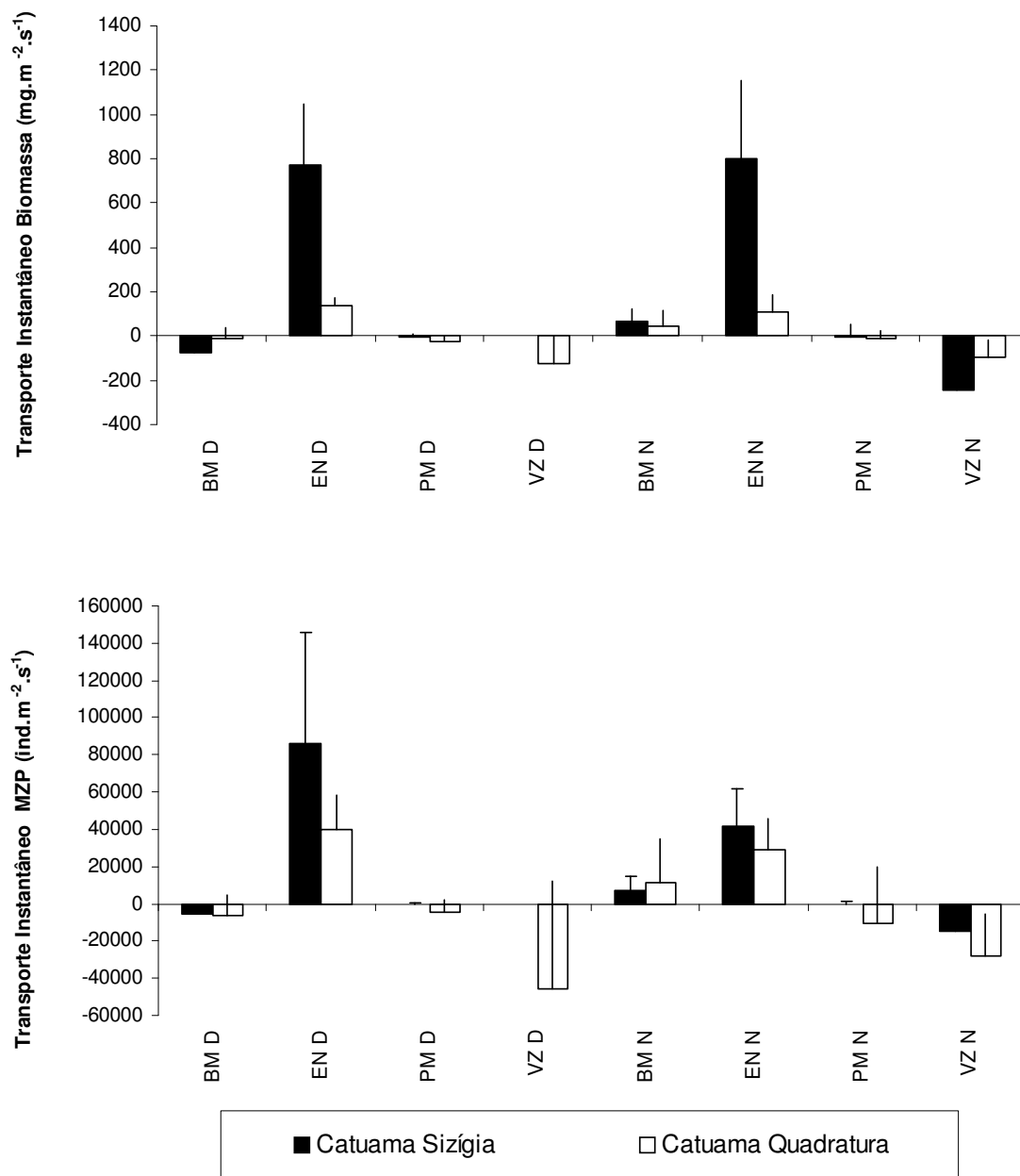


Figura 5 – Transporte instantâneo da biomassa planctônica e abundância do microzooplâncton, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001. BM=baixa-mar, EN=enchente, PM=preamar, VZ=vazante, D=diurna e N=noturna.

Relação entre as variáveis bióticas e abióticas

A densidade do microzooplâncton da barra de Catuama em relação aos parâmetros abióticos temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido foi significativamente correlacionada apenas com a Temperatura, tanto na maré de sizígia ($r_s=0,46$, $p=0.0004$) quanto na maré de quadratura ($r_s=0,40$, $p=0.003$) (Figura 6). Já a biomassa do plâncton em relação aos mesmos parâmetros abióticos acima foi significativamente correlacionada com a temperatura apenas na maré de sizígia ($r_s=0.34$, $p=0.009$) e com o oxigênio dissolvido na maré de sizígia ($r_s=0.26$, $p=0.048$) e na maré de quadratura ($r_s=0.31$, $p=0.02$) (Figura 7).

Em relação as correlações realizadas entre o microzooplâncton com a Clorofila *a* e a biomassa do plâncton com a clorofila *a* nas duas fases de maré, foi significativamente correlacionado apenas o microzooplâncton da maré de sizígia ($r_s=0,67$, $p=0.07$) (Figura 8).

Já as correlações do macrozooplâncton com a clorofila *a* nas duas fases de maré foi possível observar correlações significativas na maré de sizígia ($r_s=-0,66$, $p=0.07$), a biomassa do macrozooplâncton com a clorofila *a* também apresentou correlações significativas na maré de sizígia ($r_s=-0,80$, $p=0.016$) (Figura 9).

A densidade do microzooplâncton e do macrozooplâncton correlacionaram significativamente com as suas respectivas biomassa do plâncton, tanto na maré de sizígia ($r_s=0.72$, $p=0.00$ para o micro e $r_s=0.81$, $p=0.01$ para o macro) quanto na maré de quadratura ($r_s=0.33$, $p=0.03$ para o micro e $r_s=0.62$, $p<0.0001$ para o macro) (Figura 8 e 9).

Não foram observadas correlações significativas entre microzooplâncton e o macrozooplâncton em nenhuma das fases de maré (Figura 8).

Em relação às correlações realizadas entre o transporte instantâneo do micro e macrozooplâncton com o transporte instantâneo da biomassa destas comunidades, foi possível observar correlações significativas tanto na maré de sizígia ($r_s=0.95$, $p<0.0001$ para o micro e $r_s=0.88$, $p<0.0001$ para o macro) quanto na maré de quadratura ($r_s=0.95$, $p<0.0001$ para o micro e $r_s=0.98$, $p<0.0001$ para o macro) (Figura 10).

As correlações entre os nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) e a Clorofila *a*, também não foram significativas nem na maré de sizígia, nem na maré de quadratura.

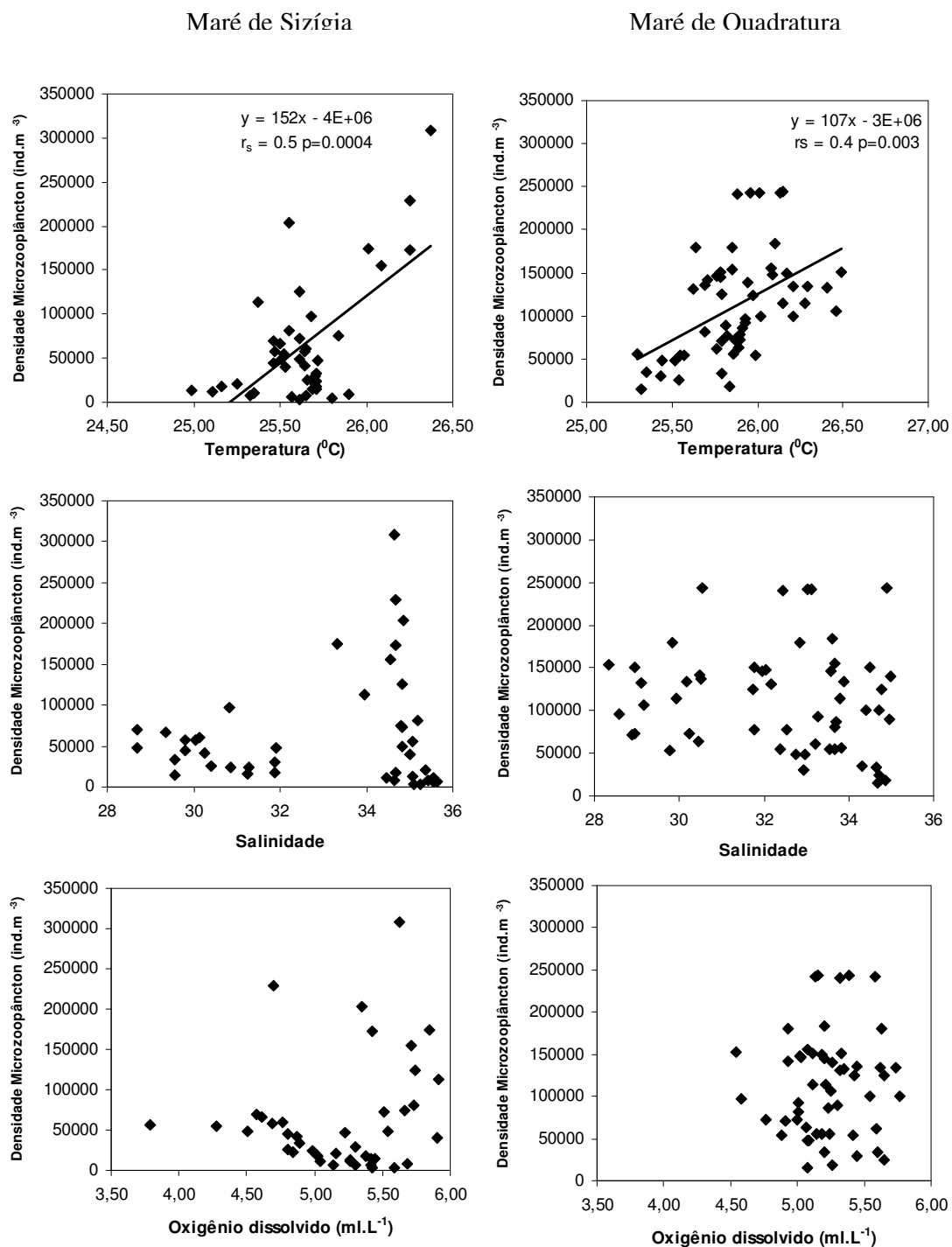


Figura 6 – Correlação entre o microzooplâncton e as variáveis ambientais, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001.

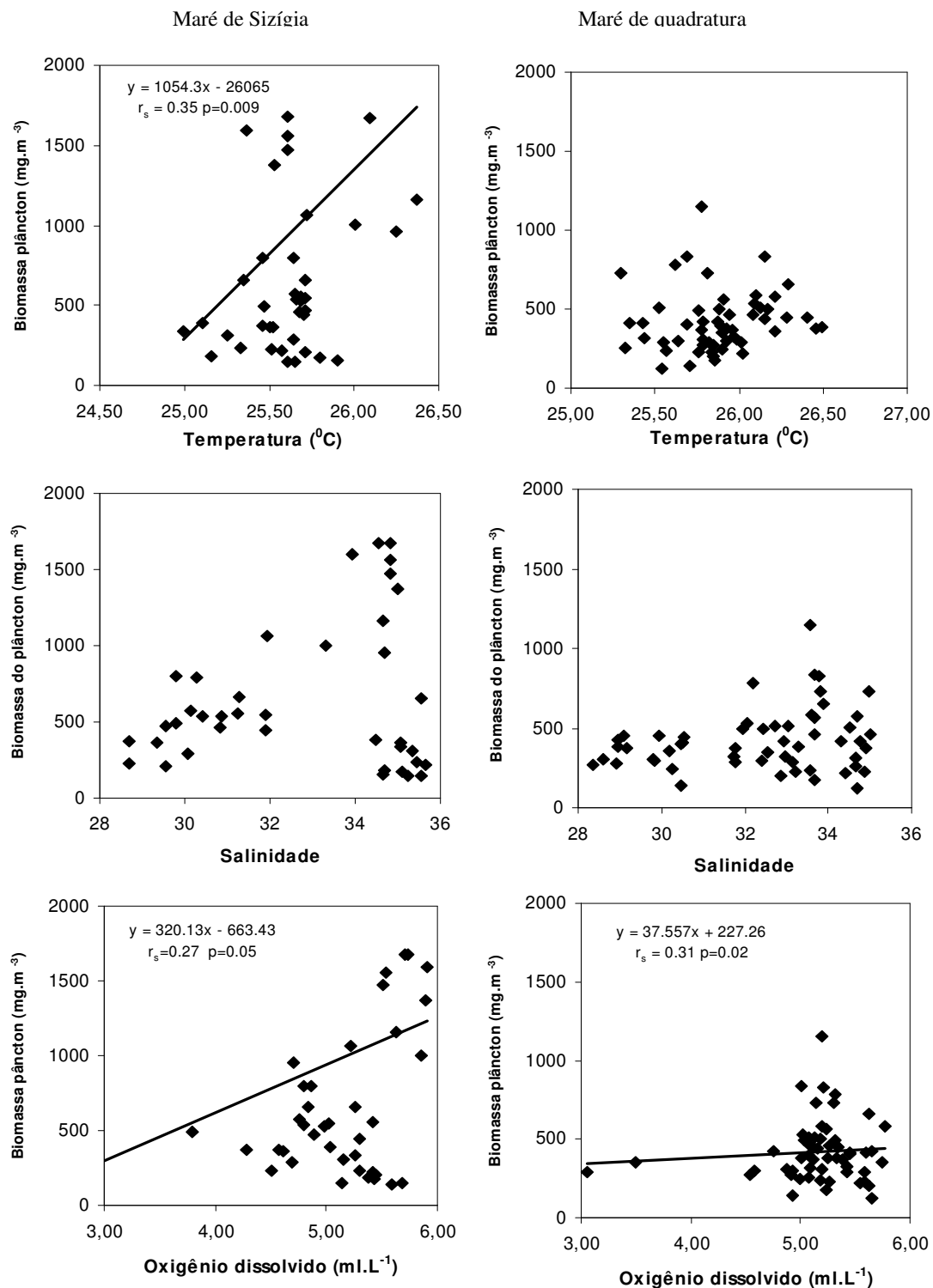


Figura 7 – Correlação entre a biomassa do plâncton e as variáveis ambientais, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001.

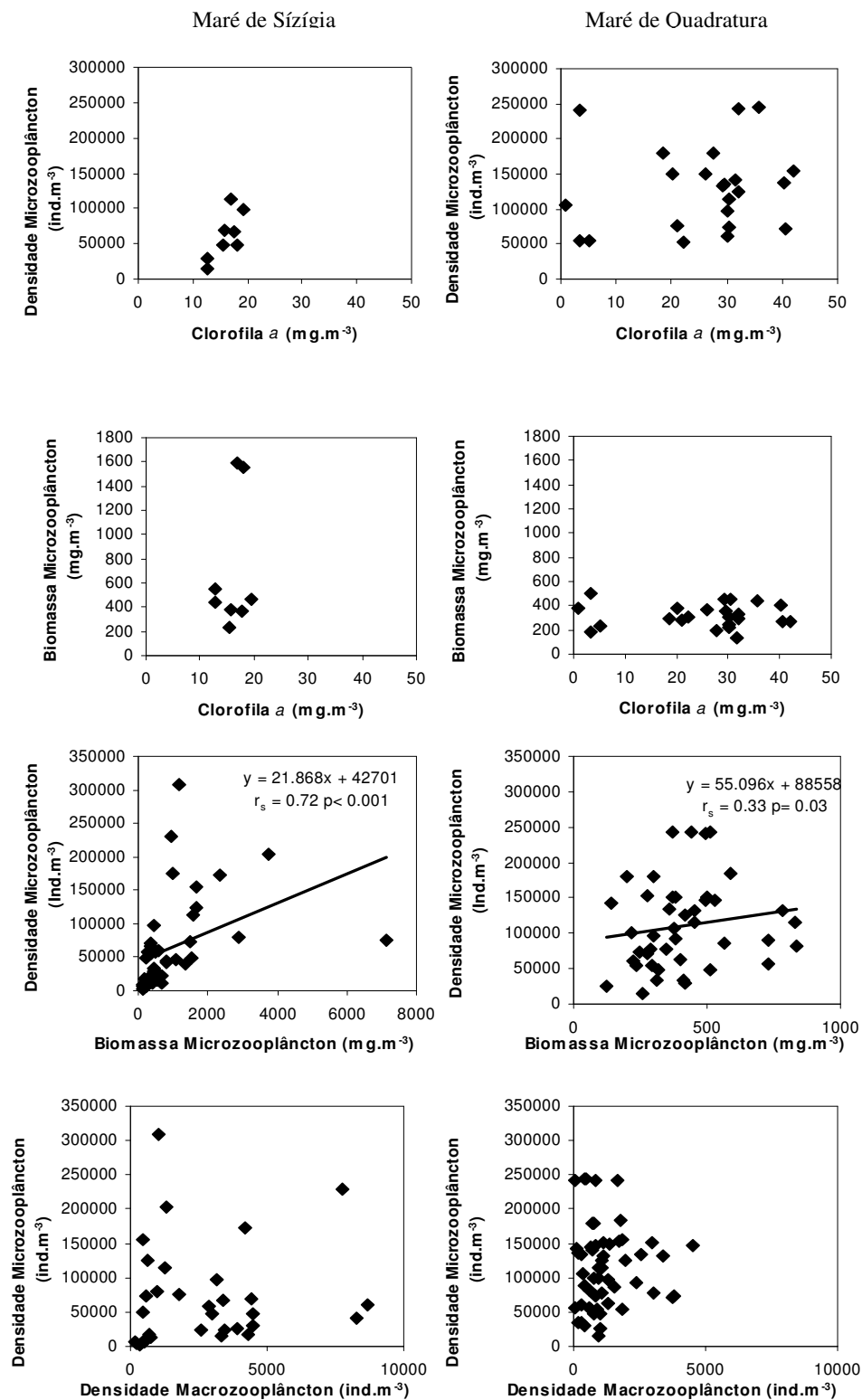


Figura 8 – Correlação entre o microzooplâncton e as variáveis ambientais bióticas, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001.

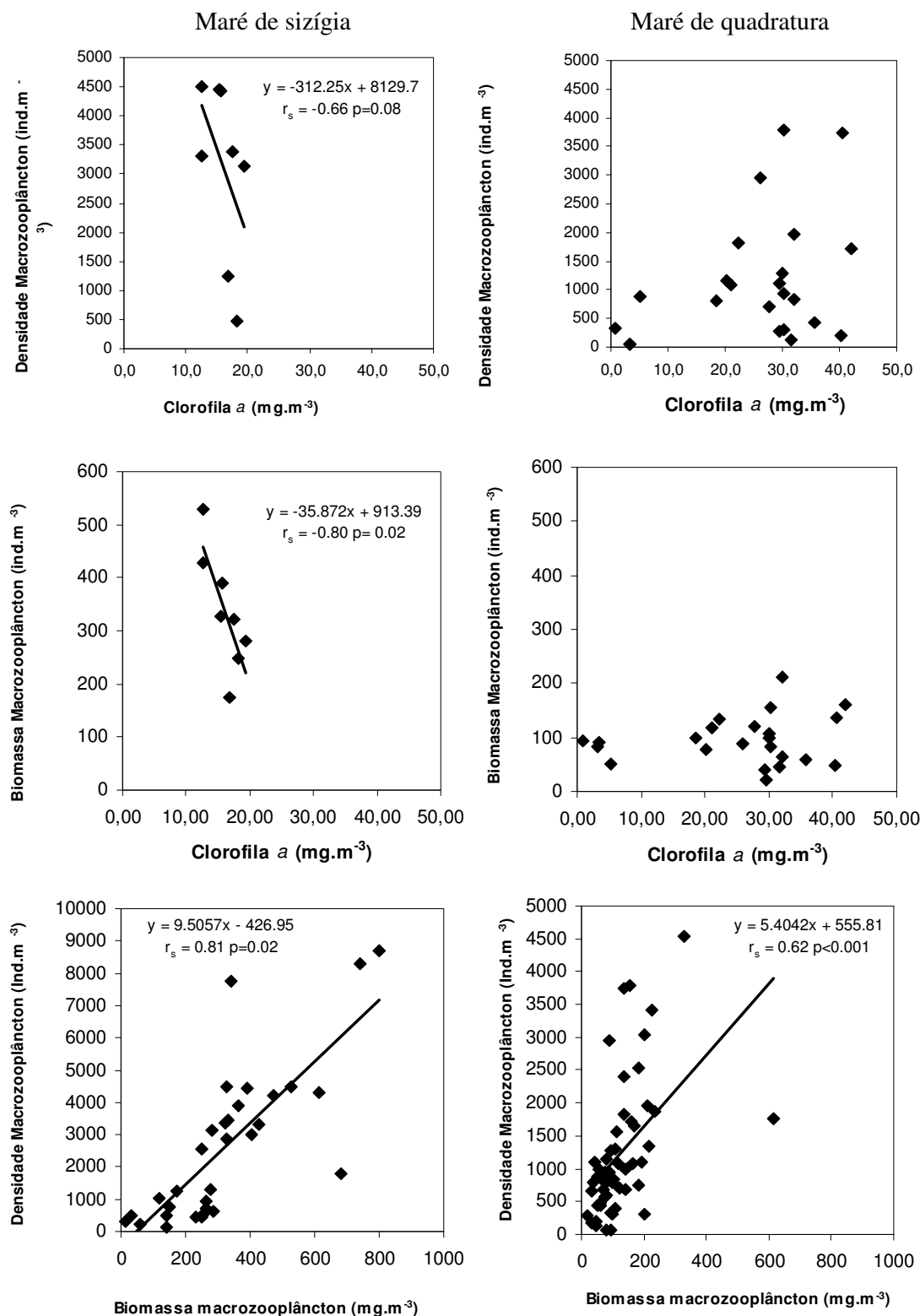


Figura 9 – Correlação entre o macrozooplâncton e as variáveis ambientais bióticas, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001.

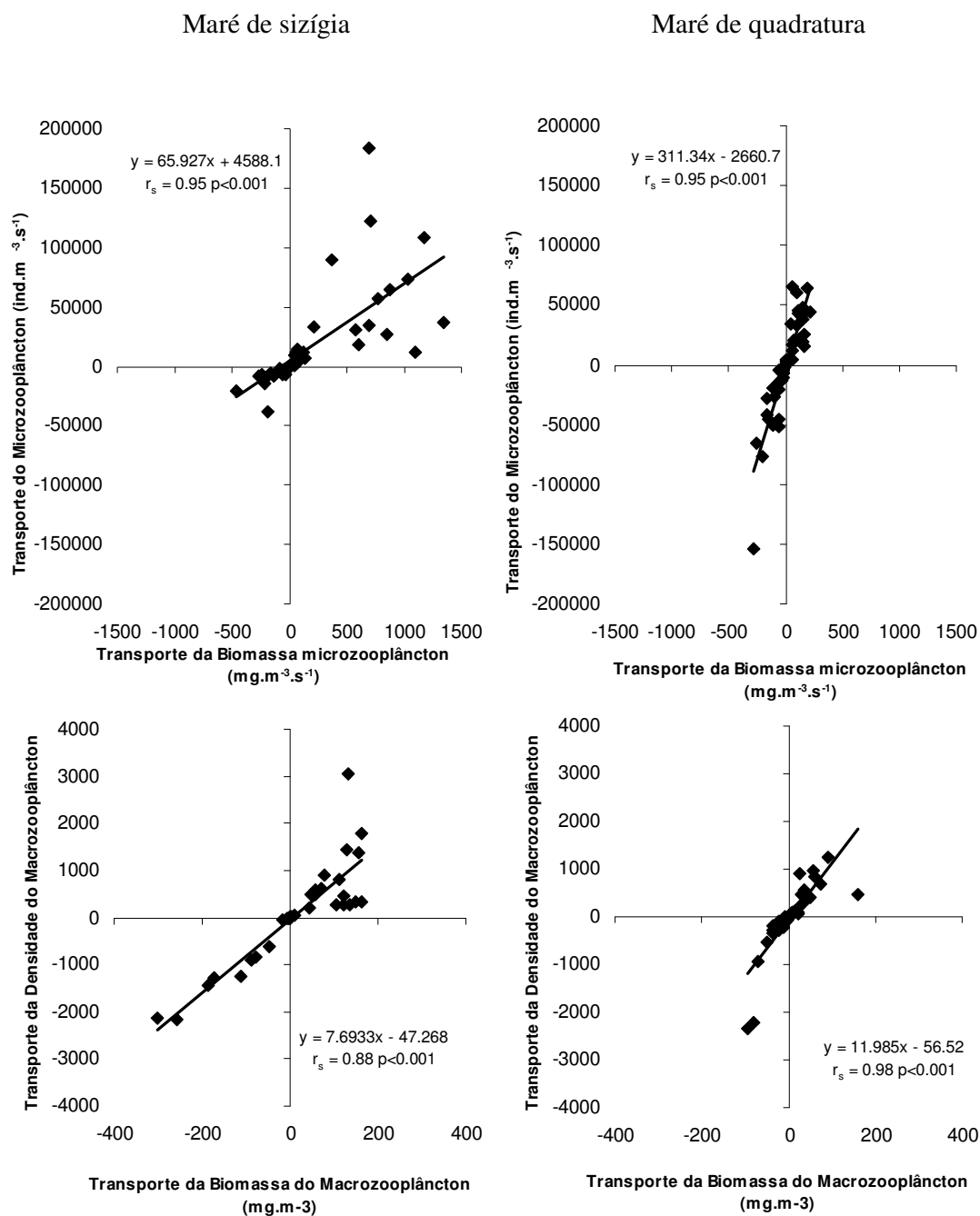
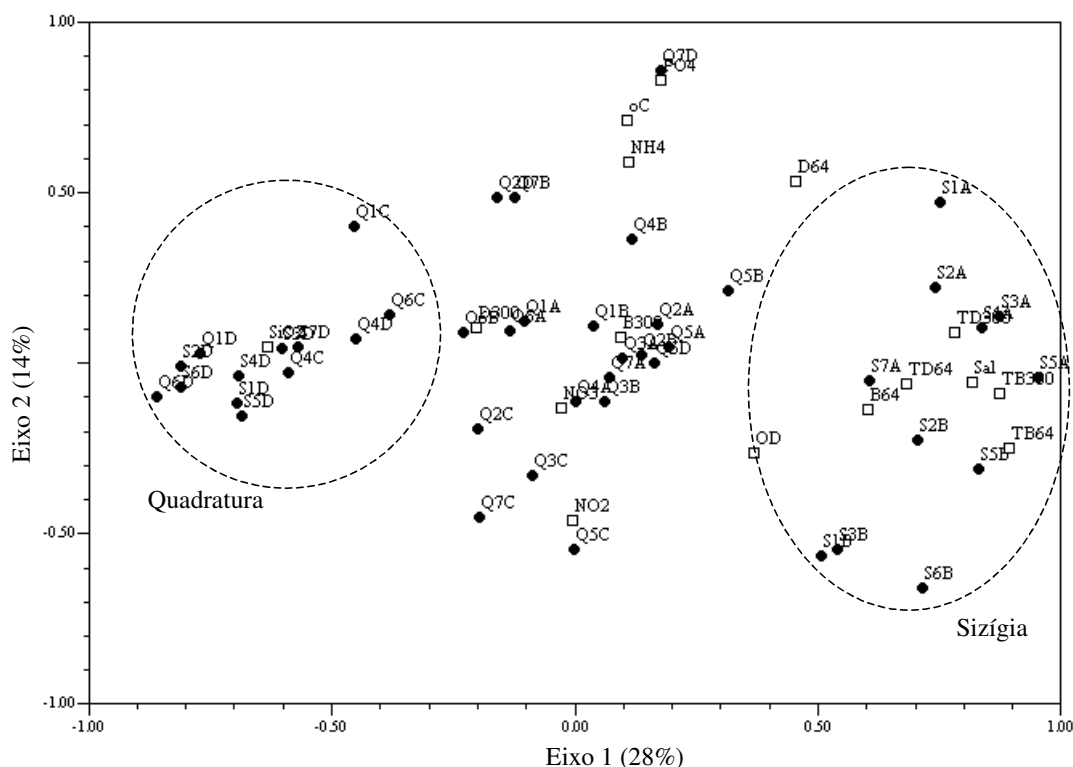


Figura 10 – Correlação entre o transporte instantâneo da densidade e o transporte instantâneo da biomassa do plâncton, durante as marés de sizígia e quadratura na barra de Catuama, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001.

Análise dos Componentes principais

A projeção bi-dimensional dos fatores 1 e 2 pode ser vista na figura 11 e mostra no lado direito o grupo da maré de sizígia e do lado esquerdo a quadratura, sendo a amplitude de maré o fator estruturante do zooplâncton de maior peso na área.

O cumulativo percentual dos três primeiros eixos foi de 55%. Os dois primeiros eixos explicaram 42% dos dados, tendo o eixo 1 apresentado 28% e o eixo 2 14% da variância explicada (Figura 11). O Eixo 1 associou diretamente transporte instantâneo da biomassa do microzooplâncton, transporte instantâneo da biomassa do macrozooplâncton, salinidade, transporte instantâneo da densidade do macrozooplâncton, transporte instantâneo da densidade do microzooplâncton, biomassa do microzooplâncton e o parâmetro silicato que foi associado inversamente. Já o eixo 2 associou os parâmetros fosfato, temperatura, amônia e densidade do microzooplâncton. Quanto ao eixo 3 (13% de variância explicada, mas não apresentado na Figura 11), foram associadas inversamente biomassa do macrozooplâncton e biomassa do microzooplâncton.



DISCUSSÃO

Nos sistemas estuarinos, os processos de mistura, circulação e estratificação, são governados basicamente por três forçantes: a descarga de água doce, as correntes de maré, e o cisalhamento do vento em sua superfície livre; aos quais somam-se as influências exercidas pela morfobatimetria do corpo estuarino e pela salinidade e padrões de circulação da região costeira adjacente (Kjerfve, 1990; Miranda *et al.*, 2002). Na barra de Catuama dentre todos os fatores estudados (fotoperíodo, profundidade, estações, fase de maré e ciclo de maré), apenas a fase de maré e o ciclo de maré influenciaram nos parâmetros bióticos e abióticos, sendo o fator estruturante do zooplâncton conforme visto na ACP. A variação das massas d'água que é condicionada pelo ciclo de marés, é, segundo Medeiros (1991) no Canal de Santa Cruz do tipo semi-diurna, com uma amplitude de 2,2 m, sendo o ciclo típico de marés no mínimo de 6,9 horas na enchente e 5,5 horas na vazante.

Nas regiões estuarinas tropicais, o parâmetro físico principal depois das marés, é a salinidade que condiciona a distribuição das espécies (Wooldridge, 1999).

Os valores de salinidade foram entre as duas fases da lua na barra de Catuama equivalentes e estáveis, os intervalos de 28,69 a 35,65 na maré de sizígia e 28,35 a 35,00 na maré de quadratura indicam pequena variação em se tratando de área estuarina, sendo o regime salino eualino. A amplitude máxima de 7, indicou uma variação nictemeral pouco acentuada, acompanhando sempre o ciclo de marés. Estes valores estão bastante próximos aos relatados por Medeiros (1991), Flores Montes (1996) e Macêdo *et al.* (2000) para o período seco na barra de Catuama.

Embora a salinidade desempenhe um papel importante na distribuição das espécies não foi observada influência acentuada da salinidade na comunidade zooplancônica, possivelmente devido a pouca variação deste parâmetro nesta área.

As temperaturas registradas na barra de Catuama não apresentaram uma variação nictemeral definida em nenhuma das duas fases de maré. Foi observada uma estratificação térmica de 1,5 °C na maré de sizígia e 1 °C na maré de quadratura. Este mesmo padrão também foi evidenciado por Flores Montes (1996) no Canal de Santa Cruz, Silva (2002) na barra Orange. Ainda em relação a temperatura observou-se que tanto a densidade do microzooplâncton, quanto a biomassa, correlacionaram-se positivamente com a temperatura na maré de sizígia ($r_s=0,5$, $p=0.0004$ para densidade e $r_s=0.34$, $p=0.009$ para a biomassa) e na maré de quadratura apenas a densidade correlacionou com a temperatura ($r_s=0,4$, $p=0.003$). Possivelmente este fato está relacionado à comunidade ser formada por organismos basicamente estenotermicos, uma vez que sabe-se que em ecossistemas marinhos tropicais a temperatura é um fator de fundamental importância, devido a sua

ação direta nos processos fisiológicos dos organismos e indireta sobre os fatores ambientais, tais como: os gases em solução, a viscosidade da água e a distribuição da densidade (Santos, 2000).

O oxigênio dissolvido na água é um parâmetro fundamental para diagnosticar a qualidade de um ecossistema aquático. Suas concentrações indicam se um ambiente esta sofrendo aporte antrópico e processos de eutrofização, ou se há um equilíbrio nas reações bioquímicas da água. Os valores registrados no presente trabalho, estão compreendidos entre 6,95 a 2,38 mL.L⁻¹ na maré de sizígia e 6,42 a 3,05 mL.L⁻¹ na maré de quadratura tendo sido observada uma variação nictemeral bastante definida, nas duas fases de maré, estando as concentrações mais elevadas registradas no horário diurno coincidindo com o período de maior atividade fotossintética e nas marés de enchente e preamar, onde existe uma maior influência oceânica, possibilitando uma maior disponibilidade de oxigênio. Estes valores estiveram aproximados dos valores indicados por Lacerda (1994), Flores Montes (1996) e Macêdo *et al.* (2000).

Os principais sais nutrientes na água são os nitrogenados inorgânicos dissolvidos (NID), fosfato e silicato, os quais condicionam o desenvolvimento e produção dos organismos fitoplanctônicos, uma vez que eles representam a base da cadeia trófica (Boynton *et al.*, 1982). Segundo Macêdo *et al.*, (2000) no canal de Santa Cruz as principais fontes de nutrientes são as descargas fluviais, águas da drenagem terrestre, ressuspensão de nutrientes depositados ou regenerados nos sedimentos e aportes de nutrientes de origem antropogênica.

Os resultados obtidos para a os nutrientes na barra de Catuama estiveram dentro do nível aparentemente normal, indicando que além da dinâmica do local e velocidade nos processos de nitrificação, não foi constatada uma fonte de nutrientes, que pudesse provocar um desequilíbrio no ecossistema. Este fato também foi relatado por Flores Montes, (1996) e Macêdo *et al.* (2000).

A Clorofila *a* é o pigmento fisiologicamente mais importante presente em todos grupos vegetais (Varela e Massa, 1981), sendo sua quantidade um bom estimador da biomassa fitoplanctônica presente nas águas naturais. Na barra de Catuama os valores de clorofila *a* estiveram compreendidos entre 5,22 a 42,63 mg.m⁻³ na maré de sizígia e 0,87 a 42,0 mg.m⁻³ na maré de quadratura, segundo Eskinazi-Leça *et al.* (2000) variações marcantes na Clorofila *a* são observadas durante o ciclo nictemeral, estando essas variações relacionadas às marés e aos ritmos da radiação solar.

Os padrões dinâmicos do microzooplâncton foram bastante influenciados pelos processos físicos relacionados à maré, tais como amplitude (sizígia/quadratura) e níveis (baixa-mar, enchente, preamar e vazante). Estes fatores foram responsáveis por significativas variações na estrutura do microzooplâncton, incluindo densidade e biomassa. Tanto a densidade quanto à biomassa do microzooplâncton apresentaram maiores picos durante as marés de enchente e vazante, sobretudo

durante a sizígia. Variações na dinâmica do zooplâncton têm sido associadas a diversos fatores, incluindo níveis de maré (Robertson *et al.*, 1988; Wang *et al.*, 1995; Porto Neto *et al.*, 1999; Melo Júnior, 2005) e fases de maré (Silva *et al.*, 2003; Melo Júnior, 2005; Schwamborn *et al.*, 2006).

No que diz respeito a associação do microzooplâncton com o fotoperíodo, Gibson (2003) e Rawlinson *et al.* (2004) afirmam que a sincronização das atividades de migração vertical é um pré-requisito para todos os organismos do zooplâncton que habitam ambientes com influência das marés.

Em relação ao transporte instantâneo do microzooplâncton foi observado que os maiores valores foram positivos, ou seja, ocorreram associados às marés enchente durante a sizígia implicando em importação líquida, chegando a apresentar valores 6 vezes maiores de transporte instantâneo de densidade e biomassa do microzooplâncton em relação ao mesmo período na maré vazante. Estes resultados vieram a corroborar com os resultados de Melo Junior (2005) estudando o transporte instantâneo dos Decapoda na mesma área.

Ainda que muitos autores apontem os estuários como exportadores de matéria orgânica para a plataforma adjacente (Morgan, 1990; Dittel e Epifanio, 1990; Dittel *et al.*, 1991; Morgan, 1992; Schwamborn e Bonecker, 1996; Schwamborn, 1997; Schwamborn *et al.*, 1990; Neumann-Leitão e Schwamborn, 2000; Schwamborn *et al.*, 2001; Neumann-Leitão *et al.*, 2004; McManus *et al.*, 2005), o presente trabalho demonstra que o ambiente marinho é quem está enriquecendo o Canal de Santa Cruz pela barra de Catuama, uma vez que foi observado no tratamento estatístico realizado através da análise dos componentes principais, a formação de um grupo composto pela biomassa, densidade do microzooplâncton, assim como também transporte da biomassa do micro e macrozooplâncton, salinidade e oxigênio associados com a maré enchente noturna, significando importação líquida da plataforma para o Canal de Santa Cruz no período da noite.

Segundo Neumann-Leitão e Schwamborn (2000), no Canal de Santa Cruz existe forte influência marinha cujo fluxo traz inúmeros organismos que habitam os prados de fanerógamas e áreas recifais adjacentes, os quais passam a contribuir para a teia trófica.

As possíveis causas para este comportamento podem estar associadas aos seguintes fatores: forte influência marinha em determinados períodos (Medeiros e Kjerfve, 1993; Flores-Montes, 1996; Medeiros *et al.*, 2001); tamanho da desembocadura norte do Canal de Santa Cruz (Macêdo *et al.*, 2000); baixa descarga de água doce, pois segundo Medeiros *et al.* (2001) nestas situações as massas d'água costeiras exercem uma maior influência sobre a barra de Catuama, pois embora as coletas tenham sido realizadas no período chuvoso, os parâmetros abióticos demonstram característica típica de período seco na região. Neumann-Leitão e Schwamborn (2000) estudando a

mesma área, registraram que uma exportação significativa de matéria orgânica deste ecossistema para a área costeira não foi observada durante o período seco.

REFERENCIAS

- BEERS, J.R. 1981. Determinación de la biomasa del zooplancton. In: Boltovskoy, d. (ed.). **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, p. 133-141.
- BJÖRNBERG, T. K. S. , 1981 Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.): **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP. p. 587-679.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1963. On the marine free-living copepods off Brazil. **Boletim Instituto Oceanografico**, São Paulo, **13** (1):3-142.
- BOLTOVSKOY, D. (ed.). 1981. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 936p.
- BOLTOVSKOY, D. 1999. (Ed). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers. 2v. 1706p.
- BOUGIS, P. 1974. **Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton**. Paris: Masson et Cie., n. 2, 200 p.
- BOYNTON, W.R.; KEMP, W.M.; KEEFE, C.W. 1982. A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. In: Keneddy, V.S. (Eds), **Estuarine Comparisons**. London: Academic Press. 69-90.
- DITTEL A. I.; EPIFANIO C. E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Marine Ecology Progress Series**, Germany, **65**:25-34.
- DITTEL, A. I.; EPIFANIO, C. E.; LIZANO, O. 1991. Flux of crab larvae in a mangrove creek in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London, **32**:129-140.
- DOWNING, J. A.; PERUSSE, .; FRENETTE, Y. 1987.. Effect of inter replicate variance on zooplankton sampling desing and data analysis. **Limnology and Oceanography**, New York, **323**, 673-680.
- ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L.; SILVA-CUNHA, M.G.G. 2000. O fitoplâncton: estrutura e produtividade. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACEDO, S. J.; LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, cap. 2, p. 7-25.
- FLORES-MONTES, M. J. 1996, **Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá - PE**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 197f.
- GIBSON, R. N. 2003. Go with the flow: tidal migration in marine animals. **Hydrobiologia**, Belgium, **503**:153-161.
- GRASSHOFF, K. ; EHRHARDT, M. ; KREMLING, K. 1983. **Methods Off Sea Water Analysis**. 2. ed. Florida: Verlage Chemie, 417p.
- HANSEN, J.; FUNG, I.; LACIS, A.; RIND, D.; LEBEDEFF, S.; REUDY, R., RUSSEL, G. 1988. Global climate changes as forecast by Goddard Institute for Space Studies three-dimensional model. **Journal of Geophysical Research**, Washington, **93**:9341-9364.
- KEMPF, M. 1970. Nota preliminar sobre fundos costeiros da região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **9-11**:95-111.

- KIBIRIGE, I.; PERISSINOTTO, R. 2003. The zooplankton community of the Mpenjati Estuary, a South African temporarily open/closed system. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London, **58**:727-741.
- KJERFVE, B. 1990. Manual for investigation of hydrological processes in mangrove ecosystems. UNESCO/UNDF Regional Project “**Mangrove Ecosystems in Asia and the Pacific**”.
- LACERDA, S.R. 1994. **Variação diurna e sazonal do fitoplâncton no estuário do rio Paripe (Itamaracá-Pernambuco-Brasil)**. Recife, Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). 146f.
- MACÊDO, S. J. 1974. **Fisioecologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE)**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) - Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MACÊDO, S. J.; FLORES-MONTES, M. de J.; LINS, Y. C. 2000. Características abióticas da área. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACEDO, S. J.; LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, cap. 2, p. 7-25.
- MAGALHÃES, K. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; JUNIOR MOURA, A. M. 1997. Morfologia e biomassa da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson no litoral norte de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **25**: 83-92.
- MCMANUS, M.A.; CHERITON, O.M.; DRAKE, P.J.; HOLLIDAY, D.V.; STORLAZZI, C.D.; DONAGHAY, P.L.; GREENLAW, C.F. 2005. Effects of physical processes on structure and transport of thin zooplankton layers in the coastal ocean. **Marine Ecology Progress Series**, Germany, **301**:199-215.
- MEDEIROS, C. Q. 1991. **Circulation and mixing in the Itamaracá estuarine system, Brazil**. PhD Thesis, University of South Carolina, USA.
- MEDEIROS, C. Q.; KJERFVE, B. 1993. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London, **36**:495-515.
- MEDEIROS, C. Q.; KJERFVE, B.; ARAÚJO, M.; NEUMANN-LEITÃO, S. 2001. The Itamaracá estuarine ecosystem, Brazil. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (Eds.). **Ecological studies: coastal marine ecosystems of Latin America**, Berlin: Springer-verlag **144** (5): 71-81.
- MELO JÚNIOR, M. 2005. **Padrões dinâmicos de transporte e migração do zooplâncton, com ênfase nos Decapoda planctônicos, da Barra de Catuama, Pernambuco –Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal de Pernambuco. 123f.
- MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. 2002 . **Princípios da Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 413p.
- MORGAN, S. G. 1990. Impact of planktivorous fishes on dispersal, hatching, and morphology of estuarine crab larvae. **Ecology**, Durham, **71**:1639-1652.
- MORGAN, S. G. 1992. Predation by planktonic and benthic invertebrates on larvae of estuarine crabs. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, Australia, **163**:91-110.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R. 2000. Interações tróficas no Canal de Santa Cruz. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACEDO, S. J.; LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. cap. 13, p. 163-180.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; MACÊDO, S.J.; MEDEIROS, M.L.; KOENING, M.L.; MONTES, M.J.F.; FEITOSA, F.A.N.; GUSMÃO, L.M.O. 2001. Plankton dynamics at Itamaracá mangrove estuarine system, Pernambuco, Brazil. In: Villacampa, Y.; Brebbia, C.A., Usó, J.L. (Eds.). **Ecosystems and sustainable development III**, Southampton, Boston: WITPress, 1:409-418.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; VASCONCELOS-FILHO, A. de L. 2004. Teia trófica pelágica. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço e UFPE, p. 459-476.

- NEWELL, G.H.; NEWELL, R.C. 1963. **Marine plankton a practical guide**. London; Hutchinson Educat., 221p.
- NUNES, R. A.; SIMPSON, J. H. 1985. Axial convergence in a well-mixed estuary. **Estuarine Coastal Shelf Science**, London, **20**:637-649.
- OMORI, M.; IKEDA, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology**. New York: Wiley. 331p.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O., 2000. O Zooplâncton. In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 8:89-102.
- PARANAGUÁ, M. N. e ESKINAZI-LEÇA, E. 1985. Ecology of a northern tropical estuary in Brazil and technological perspectives in fishculture. In: Yañes-Arancibia, A. (Ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons towards na ecosystem integration**. Mexico. 28+595-614.
- PEREIRA, S.M.B. 2000. As algas Bentônicas. In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 5:49-66.
- PINEL-ALLOUL, B., DOWMING, J. A., PÉRUSSE, M., CODIN-BLUMER, G. 1988. Spatial heterogeneity in freshwater zooplanton: variation with body size, depth and scale. **Ecology**, Durham, **69**: 1393-1400.
- PORTO NETO, F. F.; NEUMANN-LEITÃO, S. NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; GUSMÃO, L. M. O. SILVA, A. P.; SILVA, A. T. 1999. Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, **27** (2): 43-58.
- RAWLINSON, K. A. DAVENPORT, J. BARNES, D. K. A. 2004. Vertical migration strategies with respect to advection and stratification in a semi-enclosed lough: a comparison of mero- and holozooplankton, **Marine Biology**, Germany, **144** (5): 935-946.
- RICKLEFS, R. 1996. **A economia da natureza**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 469 p.
- ROBERTSON A.I; DIXON, P.; DANIEL P.A. 1988. Zooplankton dynamics in mangrove and other nearshore habitats in tropical Australia. **Marine Ecology Progress Series**, Germany, **43**: 139-150.
- ROSE, M. 1933. **Faune de France. Copépodes Pélagiques**. Paris: Office Central de Faunistique, v. 26, 373p.
- ROTHLISBERG, P.C.; CHURCH, J.A. 1994. Processes controlling the larval dispersal and postlarval recruitment of Penaeid prawns. In: Sammarco, P.W.; Heron, M.L. (Eds.) **Coastal and Estuarine Studies**. Washington, p.235-251.
- SANTOS, M.L.S., 2000. **Influência dos rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica**. Recife, Dissertação (Mestrado em Oceanografia). 92 f.
- SCHLACHER, T. A., WOOLDRIDGE, T. H., 1995. Small-scale distribution and variability of demersal zooplankton in a shallow, temperate estuary: tidal and depth effects on species-specific heterogeneity. **Cahiers de Biologie Marine**, Paris, **36**: 211-227.
- SCHULER, C. A. B., ANDRADE, V. C., SANTOS, D. S. O manguezal: composição e estrutura In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 8:89-102. 2000.
- SCHWAMBORN, R. 1997. **Influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in Northeast Brazil**. 77 f. Tese (Doutorado) - University of Bremen. Alemanha.
- SCHWAMBORN, R.; BONECKER, A. C. T. 1996. Seasonal changes in the transport and distribution of meroplankton into a brazilian estuary with emphasis on the importance of floating mangrove leaves. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, **39** (2): 451-462.

- SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; PINTO, A. S.; SILVA, T. A.; SAINT-PAUL, U. 1999. The contribution of estuarine decapod larvae to marine macrozooplankton communities in northeast Brazil. **Archive of Fishery and Marine Ressearch**, Jena, **47**: 167–182.
- SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SILVA, T. de A.; SILVA, A. P.; EKAU, W.; SAINT-PAUL, U. 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá Estuarine System, Brazil. **Tropical Oceanography**, Recife, **29**:1-18.
- SCHWAMBORN, R.; SILVA, T. A. 1996. Comparação da resistência de duas comunidades zooplanctônicas (Canal de Santa Cruz e Praia do Pilar, Itamaracá, Pernambuco, Brasil) ao choque hipoosmótico. Um estudo eco-fisiológico preliminar. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, **24**: 135-143.
- SILVA, A. P. 2002. **Dinâmica temporal das larvas de Brachyura no Canal de Santa Cruz, Pernambuco (Brasil), ao longo de um ciclo lunar**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal de Pernambuco, 97p.
- SILVA, T.A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L.M.O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A. 2003. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **20** (3): 367-563.
- STRICKLAND, J. D. H. & T. R. PARSONS, 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. 2 ed. Ottawa: **Fisheries Research Board of Canada Bulletin**, n.167, p. 207-211.
- TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. 1957. Manuel de planctonologie méditerranéenne. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 2v.
- UNESCO. 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea water, report of **SCOR/UNESCO, Working group 17 with meet from to 6 june 1964**. Paris, 69p. (Monographys on Oceanography Methodology, 1)
- VARELA, R.; MASSA, I. 1981. Concentracion de clorofila *a*, feopigmentos y matéria en suspension en laguna de Raya, Islã de Margarita, Venezuela. **Fundacion La Salle de Ciências Naturales, estacion de Investigaciones marinas de Margarita**. Venezuela. **5**:39-64.
- WANG, Z.; THIEBAUT, E.; DAUVIN, J.C. 1995. Short-term variations of zooplankton in a megatidal estuary (Seine, eastern English Channel). Proc. of the 20th Symp. Union des Océanographes de France, Paris, 24-25 Nov. 1994; Spatial and temporal scales of the ocean. Methods and problems. Paris: Union des Oceanographes de France 1995. **Journal de Recherche Océanographique**, Paris, **20**: 152.
- WOOLDRIDGE, T.H., 1999. Estuarine zooplankton community structure and dynamics. In: Allanson, B.R.; Baird, D. (Eds.), **Estuaries of South Africa**. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 141-166.

5.3 Artigo 3

Transporte instantâneo do microzooplâncton da barra Orange (Canal de Santa Cruz) Itamaracá, PE

RESUMO

Estudos sobre o transporte instantâneo e o fluxo do microzooplâncton entre o Canal de Santa Cruz – a partir da barra Orange e a Plataforma Costeira Adjacente foram feitos com o objetivo de conhecer a estrutura da comunidade microzooplânctônica e definir os mecanismos de transporte das espécies mais representativas em pequena escala espaço-temporal, e sua relação com a produtividade costeira. As coletas foram realizadas com o auxílio de uma bomba de sucção, onde a água foi filtrada com rede de plâncton com 64 micrometros de abertura de malha durante 3 minutos na maré de quadratura (09 e 10/08/01), em intervalos de 3 horas, em três estações (Estação Continente, Meio e Ilha) e em três profundidades (superfície, meio e fundo) totalizando 56 amostras. Os padrões dinâmicos do microzooplâncton na barra Orange, foram bastante influenciados pelos processos físicos relacionados à maré. Tanto a densidade quanto à biomassa do microzooplâncton apresentaram maiores picos durante as marés enchente e vazante. Em relação ao transporte instantâneo do microzooplâncton foi observado que a barra Orange possui um maior fluxo de importação de microzooplâncton, isto foi registrado tanto no transporte instantâneo da densidade quanto da biomassa.

INTRODUÇÃO

O ambiente estuarino é caracterizado por altas taxas de produção primária e secundária e pela alta complexidade ecológica, reflexo da grande diversidade de funções de forças atuantes (Day Jr e Yañez-Arancibia, 1982; Ketchum, 1983; Odum, 1985). Trata-se de um ambiente onde há grande variabilidade espacial e temporal, sendo os processos de maré um dos principais responsáveis por esta variabilidade (Medeiros e Kjerfve, 2005).

A necessidade de compreender o ecossistema marinho e suas respostas a dinâmica ambiental torna-se cada vez mais necessários e o zooplâncton composto por espécies indicadoras, que ocupam vários níveis tróficos e com curto ciclo de vida, se mostra como excelente “grupo chave”, na compreensão dos processos físicos que atuam em uma área, moldando a estrutura da comunidade através dos diversos mecanismos de interações entre as espécies e entre essas e o ambiente (Ormond *et al.*, 1997; Salas-de-Leon *et al.*, 1996).

Segundo Pingree *et al.* (1974) o zooplâncton tem se mostrado altamente concentrado em relação à maré e na quebra da plataforma. Zeldis e Jillett (1982); Hough e Naylor (1992); Forward e Tankersley (2001); Cohen e Forward (2005); afirmam que os processos físicos são dominantes no controle da variabilidade do zooplâncton na superfície, se estendendo entre centenas de metros a alguns quilômetros.

A exportação do plâncton, seston e nutrientes de estuários tropicais para a área costeira adjacente afeta as teias alimentares pelágicas marinhas. Muitos organismos do zooplâncton, como por exemplo as larvas de decápodos são exportadas de estuários com manguezais no Brasil e em outros países (Dittel e Epifanio, 1990; Dittel *et al.*, 1991; Schwamborn e Bonecker, 1996, Schwamborn *et al.* 1999).

As interações e conexões existentes entre os membros da teia trófica e o ambiente é tal, que a ação de qualquer espécie ou ação do ambiente nesta espécie, terá uma influência nas demais (Hunter e Price, 1992)

O conhecimento da exportação/importação em áreas tropicais é importante, uma vez que se verificará o quanto é exportado/importado e se realmente essas áreas enriquecem as áreas costeiras e se afetam na composição das teias tróficas pelágicas.

O objetivo deste trabalho foi conhecer a estrutura da comunidade microzooplanctônica na desembocadura sul ou barra Orange e definir os mecanismos de transporte das espécies mais representativas em pequena escala espaço-temporal, e sua relação com a produtividade costeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Área estudada

A ilha de Itamaracá está localizada no estado de Pernambuco, cerca de 50 km ao norte da cidade do Recife. Situa-se entre as latitudes 7° 34'00" S e 7° 55'16" S e entre as longitudes 34° 48'48" W e 34° 52'24" W.

Segundo Kempf (1970), a Ilha de Itamaracá não é afastada da costa, mas simplesmente isolada por um braço de mar penetrando no continente. Este braço de mar, denominado de Canal de Santa Cruz, possui uma extensão de 22 Km, e largura variável de 0,6 a 1,5 Km. Toda a área é rasa, com profundidade média dentro do Canal em torno dos 4-5 m, na maré baixa, e em alguns pontos muitas vezes a profundidade pode ser inferior a 2m.

O canal se comunica com o mar ao norte, pela barra Catuama, e ao sul, pela barra Orange, e recebe a influência continental através de vários rios, destacando-se, na parte norte, os rios

Catuama, Carrapicho, Botafogo e Congo, e na parte sul, os rios Igarassu e Paripe. Ao todo, a bacia hidrográfica abrange cerca de 750 km² (Macêdo, 1974).

A plataforma continental adjacente à ilha de Itamaracá é estreita, não ultrapassando 20 milhas de largura. Sua parte interna está caracterizada pela presença de recifes, encontrados a uma profundidade de 2 metros, aproximadamente. Estes recifes têm uma estrutura coralínea (corais e algas calcárias incrustantes), estabelecida sobre um embasamento arenítico totalmente recoberto, apresentando uma densa cobertura algal com predominância de Chlorophyceae e Phaeophyceae. Próximo à costa, o substrato é constituído pela fácies de areia fluvial quartzosa e está densamente povoado por prados da fanerógama marinha *Halodule wrightii* (Magalhães *et al.*, 1997).

O ecossistema manguezal que margeia o Canal de Santa Cruz, em quase toda a extensão possui uma cobertura vegetal onde evidenciam-se os mangues: *Rhizophora mangle* L. com maior densidade, representando 74,3% de cobertura, seguida por *Laguncularia racemosa* Gaertn (19,9%), *Avicennia schaueriana* Staf e Leechman com 5,8% e, por fim, uma pequena participação de *Conocarpus erecta* L. (Schuler *et al.*, 2000).

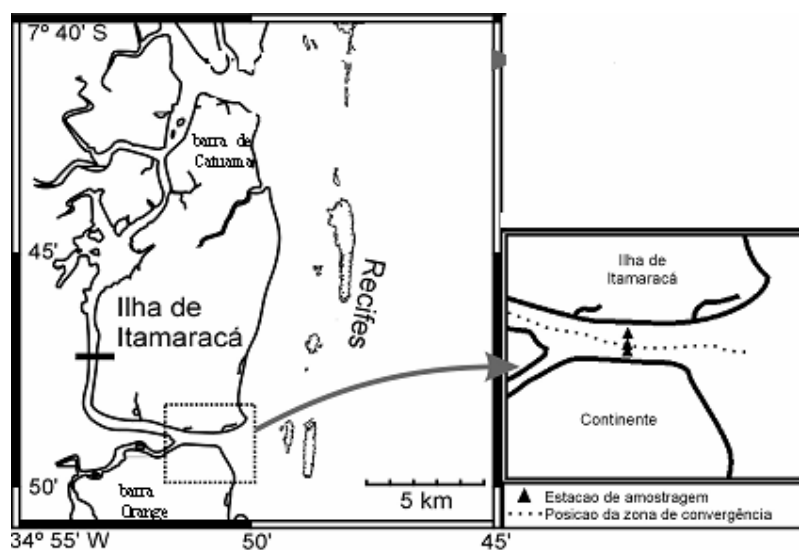


Figura 1 - Mapa do Sistema Estuarino de Itamaracá, Pernambuco, indicando os locais de coleta em relação às zonas de convergência.

Metodologia

As coletas foram realizadas na barra Orange ao Sul da Ilha de Itamaracá, em agosto de 2001, na maré de quadratura nos dias 9 e 10/08/01, de 3 em 3 horas, correspondendo a um ciclo nictemeral. Imediatamente antes de cada amostragem, foi realizado um perfil de corrente por meio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), tendo-se plotado as estações levando-se em consideração a localização da zona de convergência no momento da coleta. A partir do posicionamento da Estação Meio ou Convergência, foram demarcadas uma estação equidistante entre a convergência e a terra firme (Estação Continente) e outra equidistante entre a convergência e a Ilha de Itamaracá (Estação Ilha). Quanto ao ponto de amostragem foram realizadas coletas em três níveis de profundidade para a estação Meio ou Convergência (Superfície, Meio e Fundo) e em dois níveis de profundidade para as outras duas estações (superfície e fundo).

As amostras de plâncton, num total de 56 foram obtidas com o auxílio de uma bomba de sucção, acoplada a uma embarcação movida a motor. A água foi filtrada com rede de plâncton com 64 micrometros de abertura de malha. Dependendo da concentração de material em suspensão, o período de bombeamento da água variou de três a cinco minutos. Logo após a filtragem, o material biológico foi transferido para recipientes plásticos devidamente etiquetados e fixado com formol a 4% neutralizado com Tetraborato de sódio (5g/L), de acordo com técnicas descritas por Newell e Newell (1963).

Para a análise qualitativa e quantitativa dos organismos microzooplânctônicos, cada amostra foi colocada em um béquer ao qual adicionou-se água filtrada para efetuar a diluição, que variou de 25 ml a 100 ml de acordo com o volume da amostra. Em seguida, retirou-se uma subamostra de 1 ml com auxílio de uma pipeta “Stempel” e vertida em lâmina “Sedgwick-Rafter”, tendo sido analisada em microscópio composto (marca Zeiss).

Para a identificação dos organismos zooplânctônicos e obtenção de informações ecológicas foram utilizadas, a seguinte bibliografia: Rose (1933), Tregouboff e Rose (1957), Björnberg (1963; 1981), Bougis (1974), Boltovskoy (1981; 1999) e Omori e Ikeda (1984), dentre outras.

O transporte instantâneo da densidade e biomassa do microzooplâncton foi calculado baseado na velocidade da corrente. O vetor da corrente obtido do ADCP foi usado para calcular a componente vetorial que é relevante para os processos de transporte entre as águas estuarinas e costeiras. Para este propósito primeiro foi calculada a média do ângulo da direção na estação Meio até o máximo da vazante, que foi 140° N (derivação padrão: 11°) isto foi assumido como o fluxo de saída do estuário. A velocidade da corrente ao longo do fluxo de saída do componente vetorial foi calculado para cada nível de maré, profundidade e estação, baseado geralmente na média de 10

medições do ADCP por estação. As taxas de transporte instantâneo ($\text{Ind.m}^{-3}.\text{s}^{-1}$) foram calculadas multiplicando-se a velocidade da corrente ao longo do vetor da componente do fluxo de saída (m.s^{-1} , valor positivo para entrada no estuário) pela densidade do micro e macrozooplâncton e biomassa do micro e macrozooplâncton. Isto foi feito para cada amostra coletada.

Para compreender a importância dos diferentes extratos de profundidade na importação/exportação do microzooplâncton foi calculado o fluxo total dos organismos (ind.s^{-1}) por extrato. Para tanto foi calculada a área correspondente a cada extrato de coleta (m^2) (superfície, meio e fundo) e multiplicado pela taxa de transporte ($\text{ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) isto foi feito para cada amostra (Figura 2).

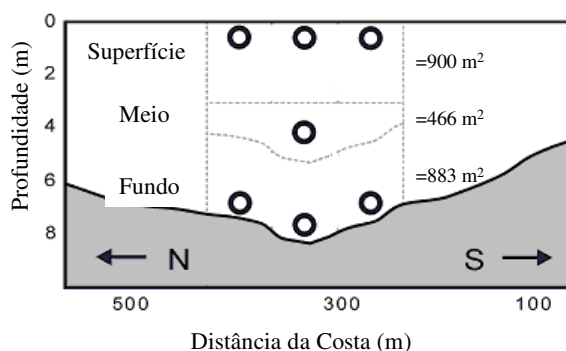


Figura 2 – Esquema de amostragem da barra Orange, Itamaracá – PE. Os círculos representam as posições dos pontos de amostragens. As linhas pontilhadas representam as respectivas áreas calculadas para uso do cálculo do fluxo total dos organismos por extrato de profundidade.

Foram realizadas análises através do teste não paramétrico de Mann Whitney para verificar as possíveis influências dos parâmetros ambientais sobre o transporte instantâneo do microzooplâncton, e sobre o comportamento dos organismos que ocorreram com mais de 70% de frequência de ocorrência. Foram considerados estatisticamente diferentes os blocos com $p < 0,05$. Foram testados os seguintes fatores: níveis de maré (preamar, vazante, baixa-mar e enchente), fotoperíodo (dia e noite), estações (Continente, Meio e Ilha) e nível de coleta (superfície, meio e fundo).

Para o Transporte instantâneo do microzooplâncton, foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) não paramétrico, para verificar o grau de associação entre este parâmetro e os principais organismos do microzooplâncton. Foram utilizados os organismos que ocorreram com mais de 70% de frequência de ocorrência. Todas esses testes foram aplicados utilizando-se o programa BioEstat 3.0.

RESULTADOS

Foraminifera, Tintinnina, Nematoda, Rotifera, Mollusca, Polychaeta e Larvacea, são alguns dos taxa observados na comunidade microzooplânctônica da barra Orange durante os dias 9 e 10/08/01 perfazendo um total de 36 taxa (Tabela 1).

Os organismos que dominaram o microzooplâncton, e que ocorreram com mais de 70% de frequência de ocorrência foram: Copepoda (nauplius), *Favella ehrenbergii*, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*, Classe Gastropoda (velígeres), Classe Bivalvia (velígeres), Classe Polychaeta (larva), *Oikopleura dioica* e *Parvocalanus crassirostris*.

O transporte instantâneo da densidade do microzooplâncton assim como dos organismos mais frequentes não apresentaram diferenças significativas entre as estações, fotoperíodo e profundidade de coleta, porém foi observada uma variação temporal bastante definida com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre todos os níveis de maré (Tabela 2).

Variações nictemerais do transporte instantâneo da densidade e da biomassa do microzooplâncton.

Na barra Orange, durante a maré de quadratura, foi possível observar que durante a vazante os valores de velocidade da corrente são maiores com valores compreendidos entre $-0,13$ a $-0,65$ m.s^{-1} . Durante a enchente a velocidade apresentou valores que variaram de $0,07$ a $0,43$ m.s^{-1} .

O maior valor do transporte instantâneo da densidade foi $(-215.874, 47 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1})$ e ocorreu na vazante noturna indicando que a densidade do microzooplâncton neste momento foi exportada do estuário para a plataforma costeira adjacente (Figura 3). Em relação à biomassa os maiores valores também ocorreram na maré vazante da estação meio sendo observado um valor máximo de $-284 \text{ mg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na superfície diurna (Figura 4).

Tabela 1 – Total exportado e importado ($\text{Ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), balanço líquido e frequência de ocorrência do microzooplâncton coletado durante a maré de quadratura na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, no mês de agosto de 2001.

	Total Exportado ($\text{Ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Total Importado ($\text{Ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Balanço Líquido $\text{Ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	Frequência Ocorrência (%)
Foraminifera (outros)	-4.663,23	6.690,46	2.027,23	66,07
<i>Tetronphalus buloides</i>	-1.284,61	1.221,00	-63,62	14,29
<i>Textularia</i> sp	-137,31	539,37	402,06	8,93
<i>Globorotalia</i> sp	-33,69	809,84	776,15	8,93
<i>Remaneica</i> sp.	-118,83	936,66	817,83	12,50
<i>Amphistegina</i> sp	0,00	58,02	58,02	1,79
<i>Leprotintinnus nordqvisti</i>	-585,94	1.542,77	956,83	23,21
<i>Tintinnopsis</i> sp	-27,94	543,17	515,23	10,71
<i>Favella ehrenbergii</i>	-70.014,06	163.410,09	93.396,03	98,21
Nematoda	-551,02	560,71	9,69	7,14
<i>Rotaria</i> sp.	-74,04	0,00	-74,04	1,79
<i>Brachionus plicatilis</i>	-5,62	1,47	-4,14	3,57
<i>Brachionus caudatus</i>	-118,83	0,00	-118,83	1,79
<i>Brachionus angularis</i>	-368,19	0,00	-368,19	1,79
<i>Macrochaetus collensi</i>	0,00	131,94	131,94	1,79
TARDIGRADA	0,00	204,80	204,80	1,79
Gastropoda (véliger)	-25.877,10	23.280,71	-2.596,39	94,64
Bivalvia (véliger)	-30.713,48	367.460,95	336.747,46	94,64
Polychaeta (larva)	-16.410,43	12.457,26	-3.953,17	91,07
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	-5.563,64	9.467,79	3.904,15	82,14
<i>Acartia lilljeborgi</i>	-300,80	261,69	-39,11	7,14
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0,00	322,68	322,68	1,79
<i>Oithona nana</i>	-138,94	131,94	-6,99	5,36
<i>Oithona hebes</i>	-13.360,21	15.764,16	2.403,95	94,64
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	-2.960,88	2.889,18	-71,70	39,29
Harpacticoida (outros)	-32,82	488,53	455,71	7,14
<i>Euterpina acutifrons</i>	-33.139,80	24.606,16	-8.533,64	92,86
Copepoda (nauplius)	-802.083,18	906.164,25	104.081,08	100,00
<i>Balanus</i> sp. (Nauplius)	0,00	114,87	114,87	1,79
<i>Balanus</i> sp. (cipris)	-22,32	50,72	28,39	3,57
Isopoda (outros)	-172,87	0,00	-172,87	3,57
Epicaridae (larva manca)	-2.512,88	3.137,22	624,35	50,00
<i>Oikopleura dioica</i>	-12.052,44	10.597,92	-1.454,52	75,00
<i>Oikopleura longicauda</i>	-125,73	1,47	-124,26	3,57
<i>Oikopleura</i> sp.	-118,83	0,00	-118,83	1,79
Classe Osteichthyes (ovo)	-121,33	58,02	-63,31	3,57

Tabela 2 – Resultado do teste de Mann-Whitney do transporte instantâneo da barra de Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, baseado nos taxa que ocorreram com mais de 70% de frequência de Ocorrência no mês de agosto de 2001. Diferenças na distribuição entre as estações (C = Continente, M = Meio, I = Ilha); profundidade (S = superfície, F = fundo); fotoperíodo (D = dia, N = noite); maré (PM = preamar, BM = baixa-mar, VZ = vazante, EN = enchente). Nível de significância: (**) $0.001 < p < 0.01$; (***) $p < 0.001$.

	C x M	C x I	M x I	D x N	S x F	PM x VZ	PM x EN	PM x BM	VZ x EN	VZ x BM	EN x BM
Densidade ($\text{ind.}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***EN	***VZ	***EN
Biomassa ($\text{mg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***VZ	***VZ	***EN
<i>F.ehrenbergii</i>	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***EN	***VZ	**EN
Copepoda (nauplius)	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***VZ	***VZ	***EN
<i>O. hebes</i>	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***VZ	***VZ	**EN
<i>E.acutifrons</i>	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***EN	***VZ	**EN
Gastropoda	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***VZ	***VZ	***EN
Bivalvia	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***EN	***VZ	**EN
Polychaeta	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***VZ	***VZ	***EN
<i>O. dioica</i>	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***VZ	***VZ	**EN
<i>P. Crassirostris</i>	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	***VZ	***EN	n/s	***EN	***VZ	***EN

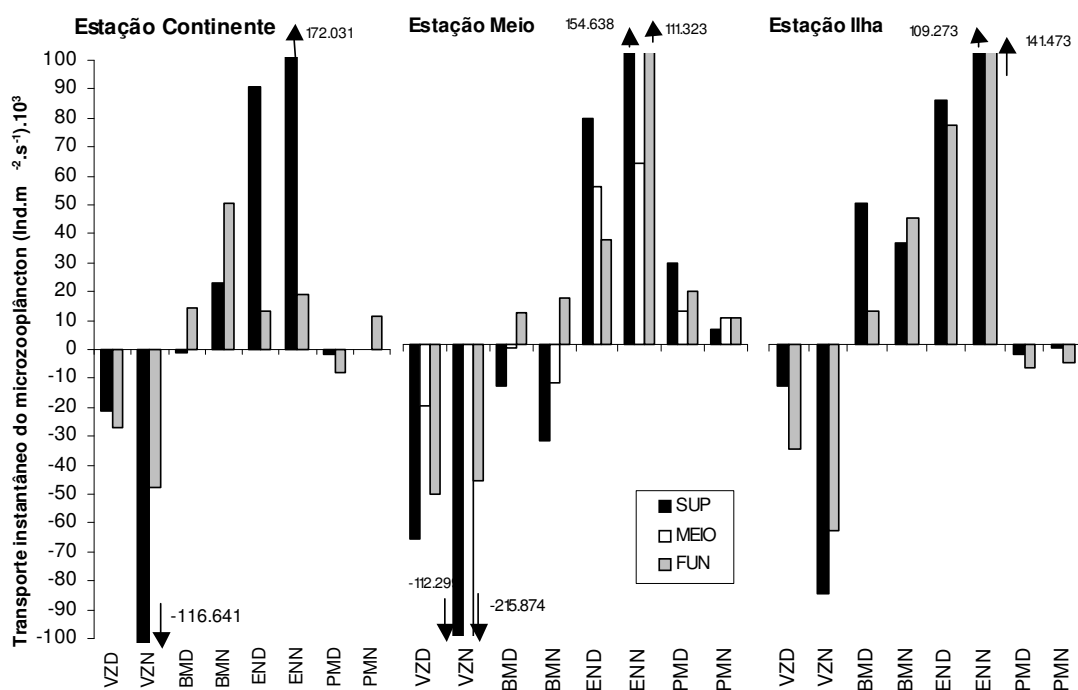


Figura 3 – Variação nictemeral do transporte instantâneo da densidade ($\text{Ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) durante os dia 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, nas três estações de coleta (Continente, Meio e Ilha) e nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna.

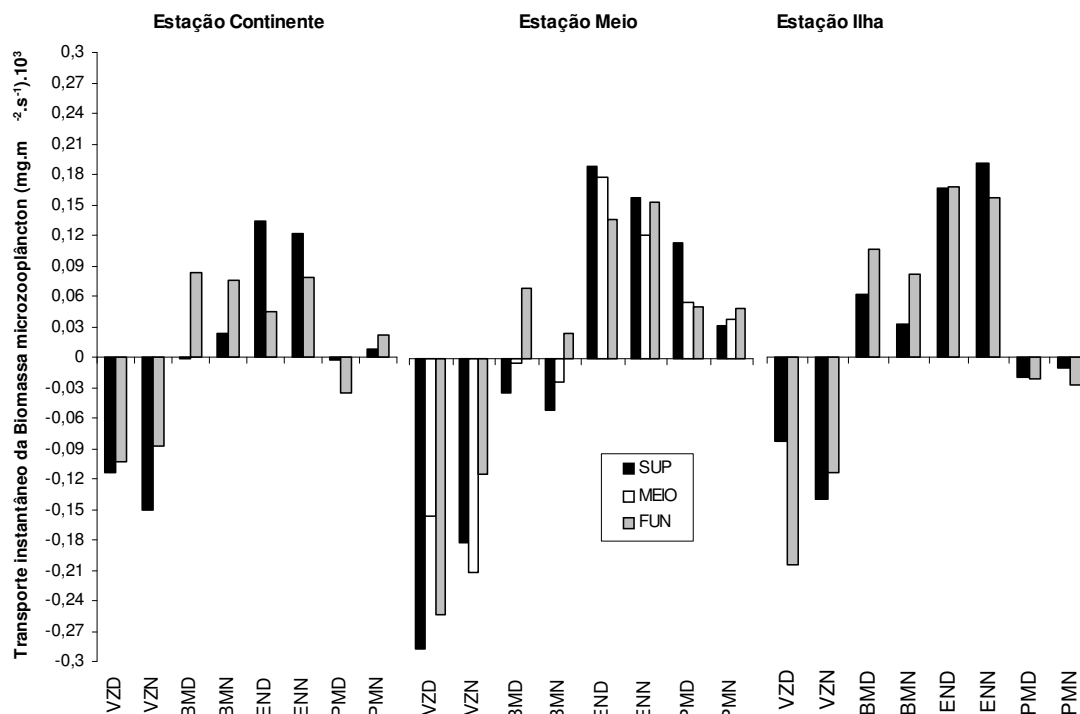


Figura 4 – Variação nictemeral do transporte instantâneo da biomassa ($\text{mg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) durante os dia 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, nas três estações de coleta (Continente, Meio e Ilha) e nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna.

Variações nictemerais do transporte instantâneo dos principais organismos.

Em relação aos transportes instantâneos dos organismos que apresentaram maior frequência de ocorrência, estes de um modo geral foram mais altos na camada superficial, embora não se tenha observado diferenças significativas entre as profundidades de coleta. Também não foi possível observar diferenças significativas entre as estações de coleta, porém de uma forma geral os maiores valores de transporte instantâneo ocorreram na estação Meio.

Dentre os taxa aqui destacados, os náuplios de Copepoda obtiveram os maiores valores de transporte instantâneo, sendo o maior balanço líquido negativo ($-179.300 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) registrado na vazante noturna da estação Meio. Seguido dos náuplios de Copepoda os velígeres de Bivalvia apresentaram os maiores valores de transporte instantâneo durante a enchente, sendo o maior balanço líquido positivo ($74.752 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) registrado na estação Meio, indicando que os velígeres

de Bivalvia são favorecidos com a entrada de água marinha. O Tintinnina, *Favella ehrenbergii* também apresentou os maiores valores durante a enchente, sendo o maior balanço líquido positivo ($25.069 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) (Figura 5).

No tocante aos demais organismos foi observado que todos apresentaram os maiores valores negativos, e estes valores foram registrados sempre na vazante noturna da estação Meio, a exceção de *Euterpina acutifrons* com $-7.666 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ que foi registrado na estação Ilha. Os Gastropoda apresentaram um valor máximo de: $-7.136 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, Polychaeta: $-4.460 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, *Oikopleura dioica*: $-2.676 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, *Oithona hebes*: $-2.577,35 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, *Parvocalanus crassirostris*: $-1.784 \text{ ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 6 e 7).

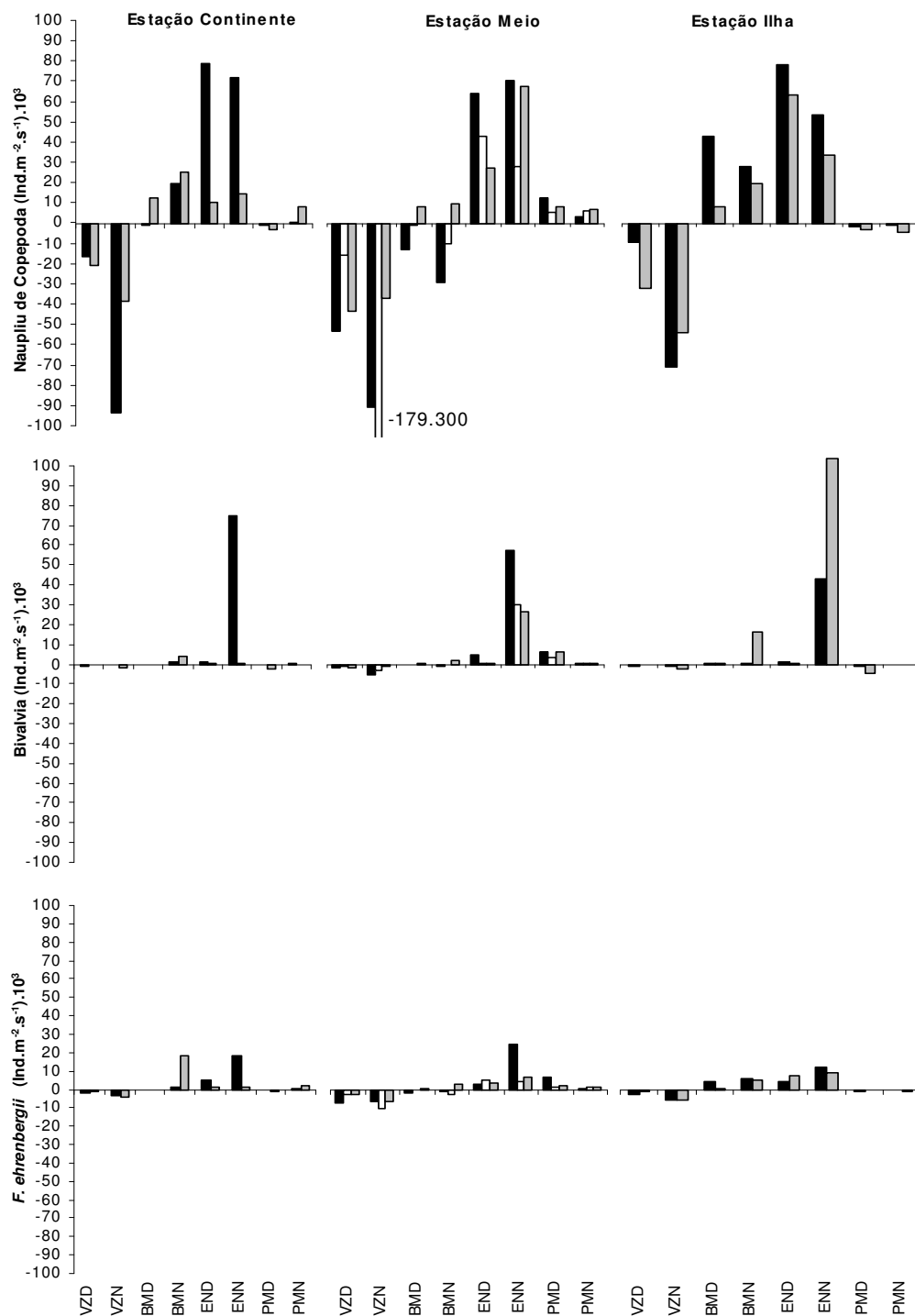


Figura 5 – Variação nictemeral do transporte instantâneo de nauplius de Copepoda, veligeres de Bivalvia e *F. ehrenbergii* ($\text{Ind.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) durante os dia 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, nas três estações de coleta (Continente, Meio e Ilha) e nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna.

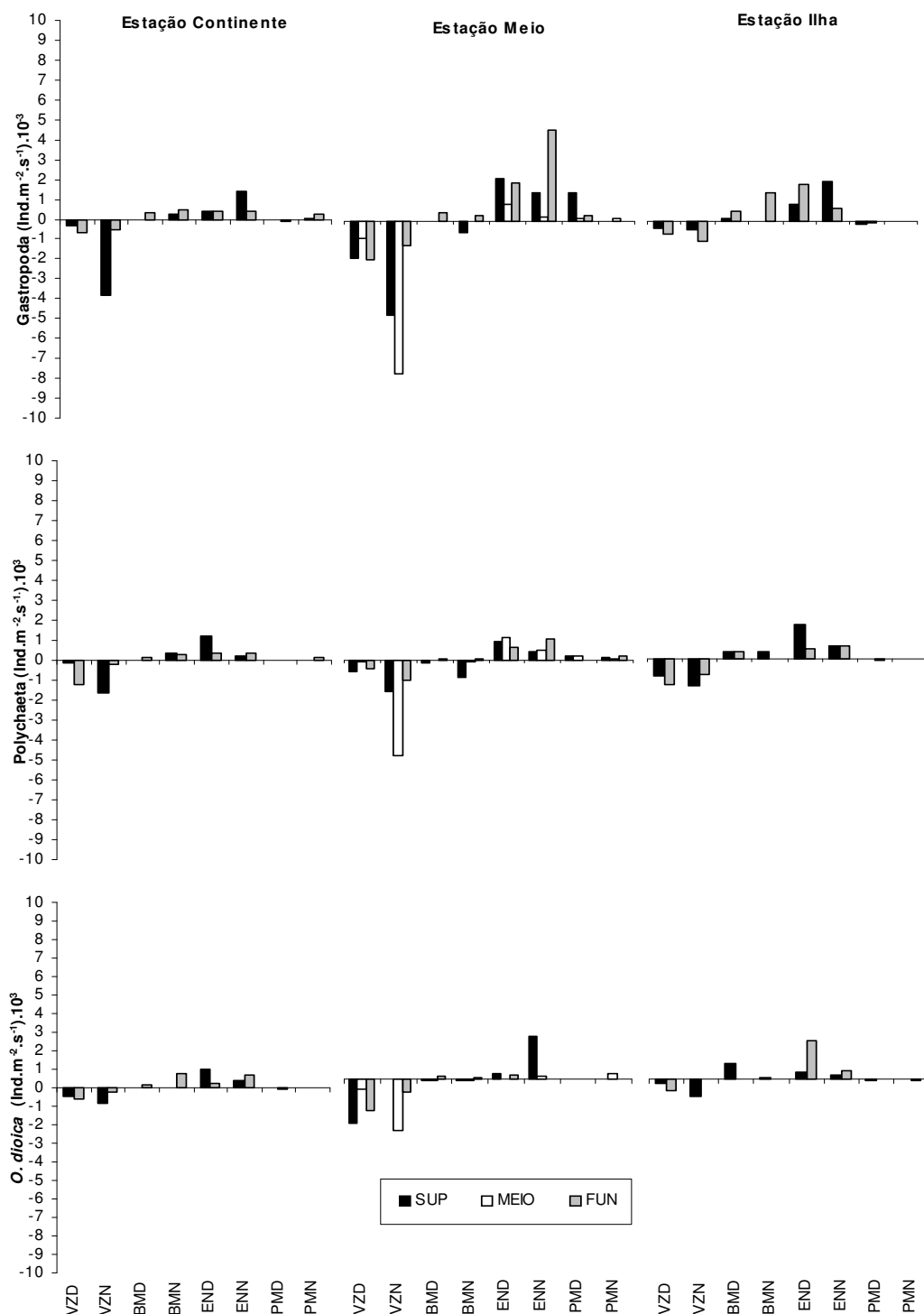


Figura 6 – Variação nictemeral do transporte instantâneo de velígeres de Gastropoda, larva de Polychaeta e *O. dioica* (Ind.m⁻².s⁻¹) durante os dia 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, nas três estações de coleta (Continente, Meio e Ilha) e nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna.

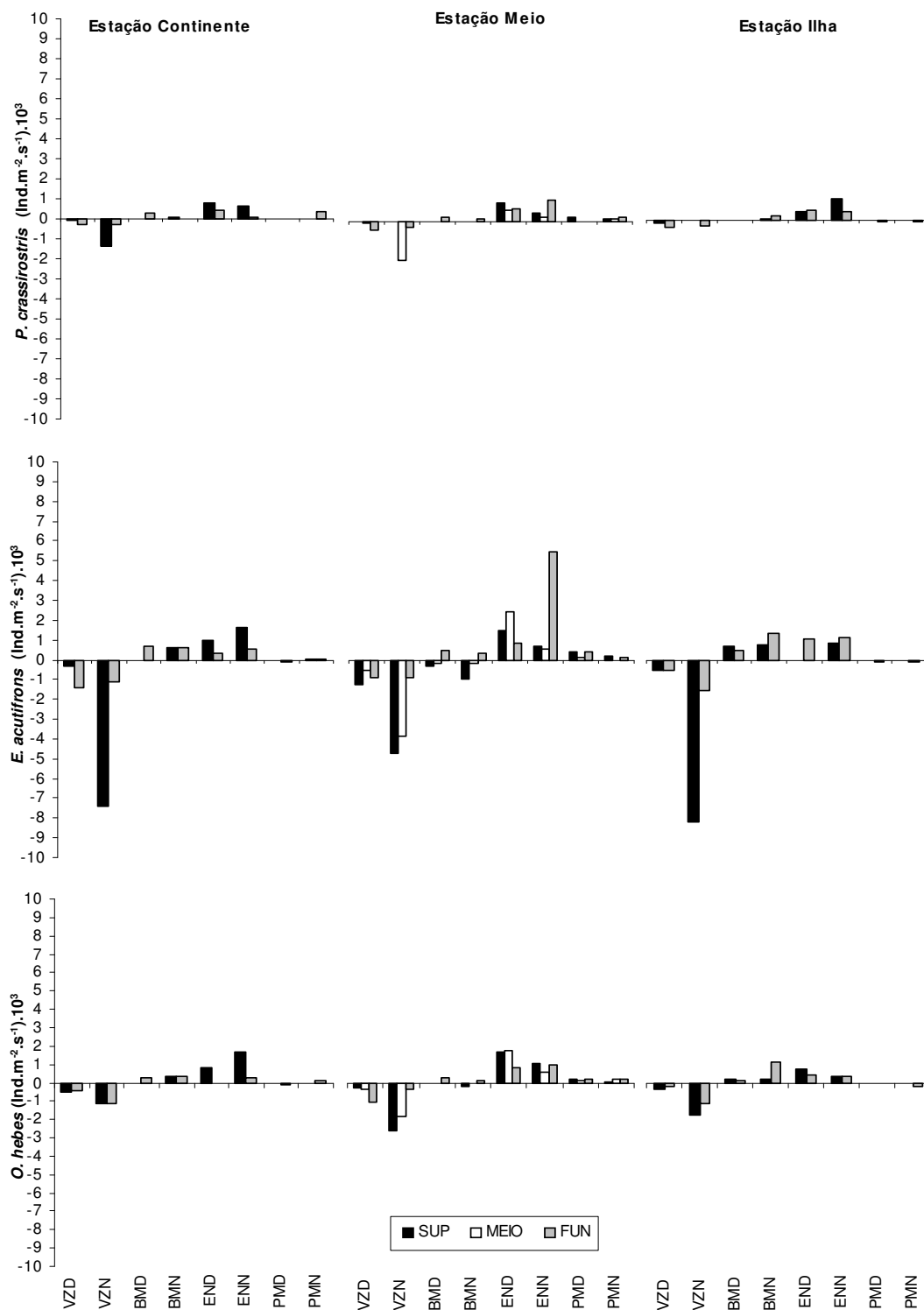


Figura 7 – Variação nictemeral do transporte instantâneo de *P. crassirostris*, *E. acutifrons* e *O. hebes* (Ind.m⁻².s⁻¹) durante os dias 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, nas três estações de coleta (Continente, Meio e Ilha) e nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna.

Variações nictemerais do fluxo instantâneo da densidade e biomassa do microzooplâncton.

Embora não se tenha observado diferenças significativa entre as profundidades de coleta, de um modo geral o fluxo da densidade apresentou maiores valores na camada superficial durante a enchente, chegando a atingir um valor máximo de $3,9 \times 10^8 \text{ ind.s}^{-1}$. Em relação ao fluxo de importação/exportação da comunidade microzooplânctônica, foi possível observar que 60% do microzooplâncton encontrado na área estudada é importado da plataforma costeira adjacente para o Canal de Santa Cruz (Figura 8). Já a biomassa apresentou seus maiores valores na vazante, sendo registrado um fluxo máximo de 496 g.s^{-1} na camada do fundo da vazante diurna. Em relação ao percentual de importação/exportação também foi observado para a biomassa maior taxa de importação (Figura 9).

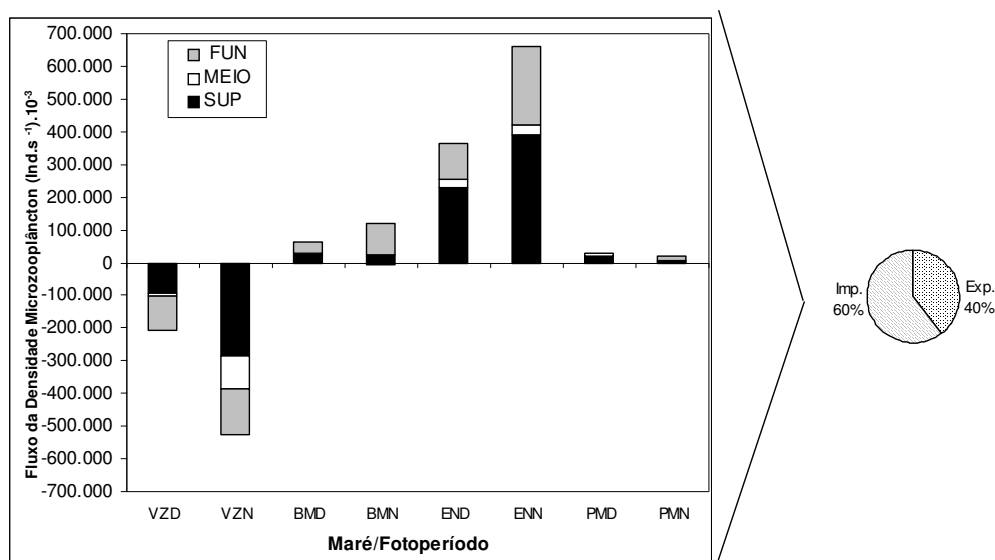


Figura 8 – Variação nictemeral do fluxo do microzooplâncton (Ind.s^{-1}), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante os dias 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna. O gráfico de setores representa a percentagem de fluxo importado (Somatório dos valores positivos implicando, entrada no Canal de Santa Cruz) e exportado (Somatório dos valores negativos, implicando saída do Canal de Santa Cruz.).

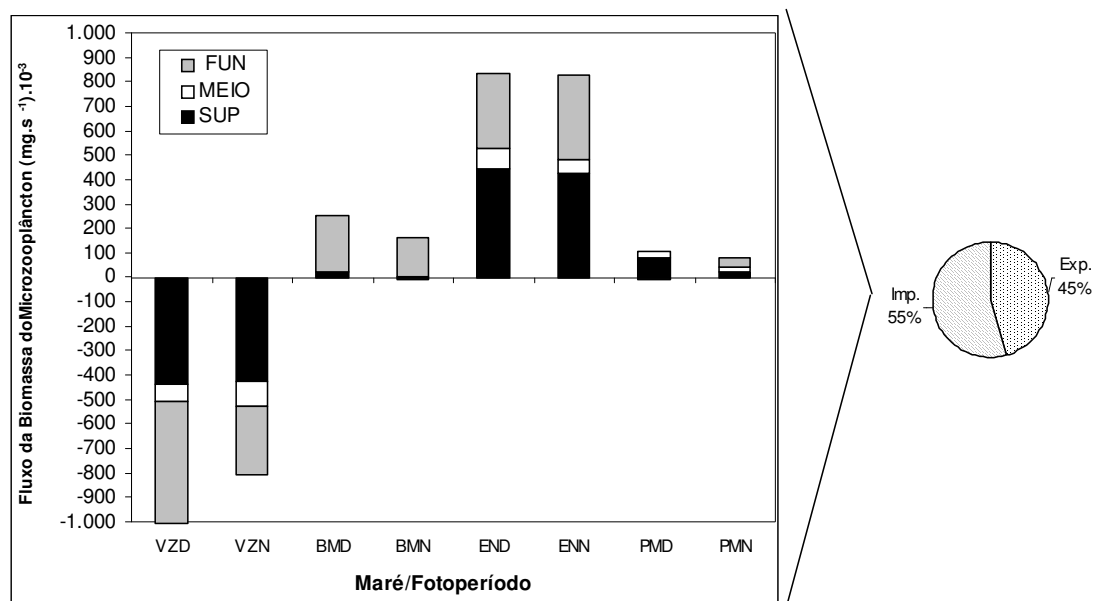


Figura 9 – Variação nictemeral do fluxo da biomassa do plâncton (mg.s⁻¹), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante os dias 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna. O gráfico de setores representa a percentagem de fluxo importado (Somatório dos valores positivos implicando, entrada no Canal de Santa Cruz) e exportado (Somatório dos valores negativos, implicando saída do Canal de Santa Cruz.).

Variações nictemerais do fluxo instantâneo por extrato dos principais organismos.

As figuras 10,11 e 12 mostram as variações nictemerais dos fluxos dos organismos que ocorreram com maior frequência, dentre estes organismos, nauplios de Copepoda apresentou o maior fluxo -223×10^6 ind.s⁻¹ registrado na vazante noturna, porém, embora seu maior pico de fluxo tenha ocorrido na vazante a dinâmica de importação foi maior do que a de exportação. Os velígeres de *Bivalvia* e *Favella ehrenbergii* apresentaram seus maiores fluxos na enchente noturna (153×10^6 e 50×10^6 ind.s⁻¹ respectivamente) e assim como nauplios de Copepoda também apresentaram uma maior importação do que exportação. *Euterpina acutifrons* e velígeres de Gastropoda apresentaram os maiores valores de fluxo durante a vazante noturna ($-17.545.695$ e $-7.817.883$ ind.s⁻¹ respectivamente) e ao contrário dos nauplios de Copepoda e de *F. ehrenbergii*, suas dinâmicas de exportação são maiores do que de importação. Larvas de Polychaeta e *Oikopleura dioica*

apresentaram os maiores valores de fluxo durante a maré vazante (-4×10^6 e 3×10^6 ind.s⁻¹ respectivamente) tendo também ambos apresentado uma dinâmica de exportação maior do que de importação. Já *Oithona hebes*, embora tenha apresentado seu maior fluxo na vazante (-5×10^6 ind.s⁻¹) sua taxa de importação foi maior do que a de exportação. Por fim *P. crassirostris* também apresentou uma maior taxa de importação em relação a exportação, porém seu maior valor de fluxo ocorreu na enchente noturna ($1,8 \times 10^6$ ind.s⁻¹).

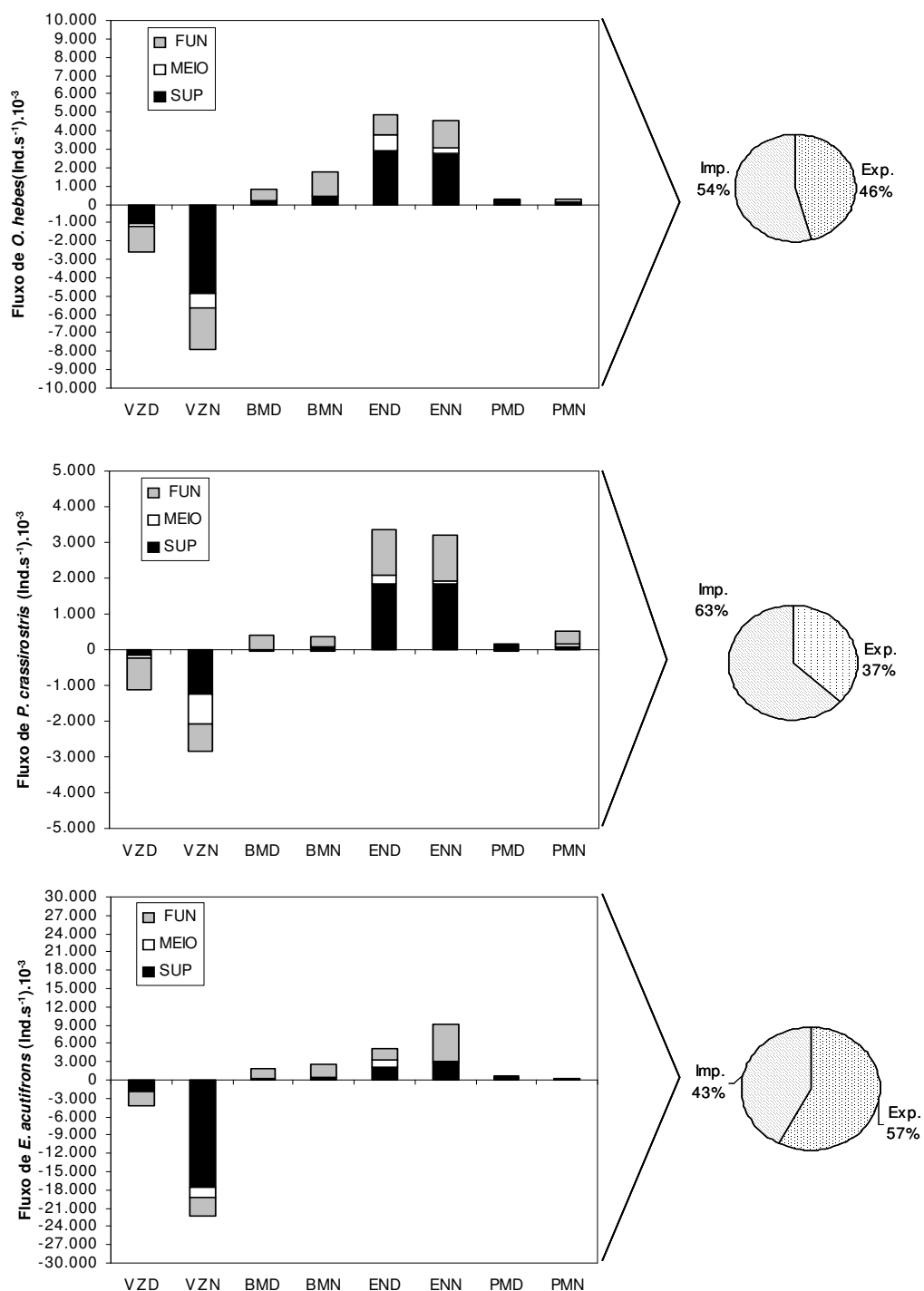


Figura 10 – Variação nictemeral do fluxo de *Oithona hebes*, *Parvocalanus crassirostris* e *Euterpina acutifrons* (Ind.s⁻¹), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante os dia 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna. O gráfico de setores representa a percentagem de fluxo importado (Somatório dos valores positivos implicando, entrada no Canal de Santa Cruz) e exportado (Somatório dos valores negativos, implicando saída do Canal de Santa Cruz.).

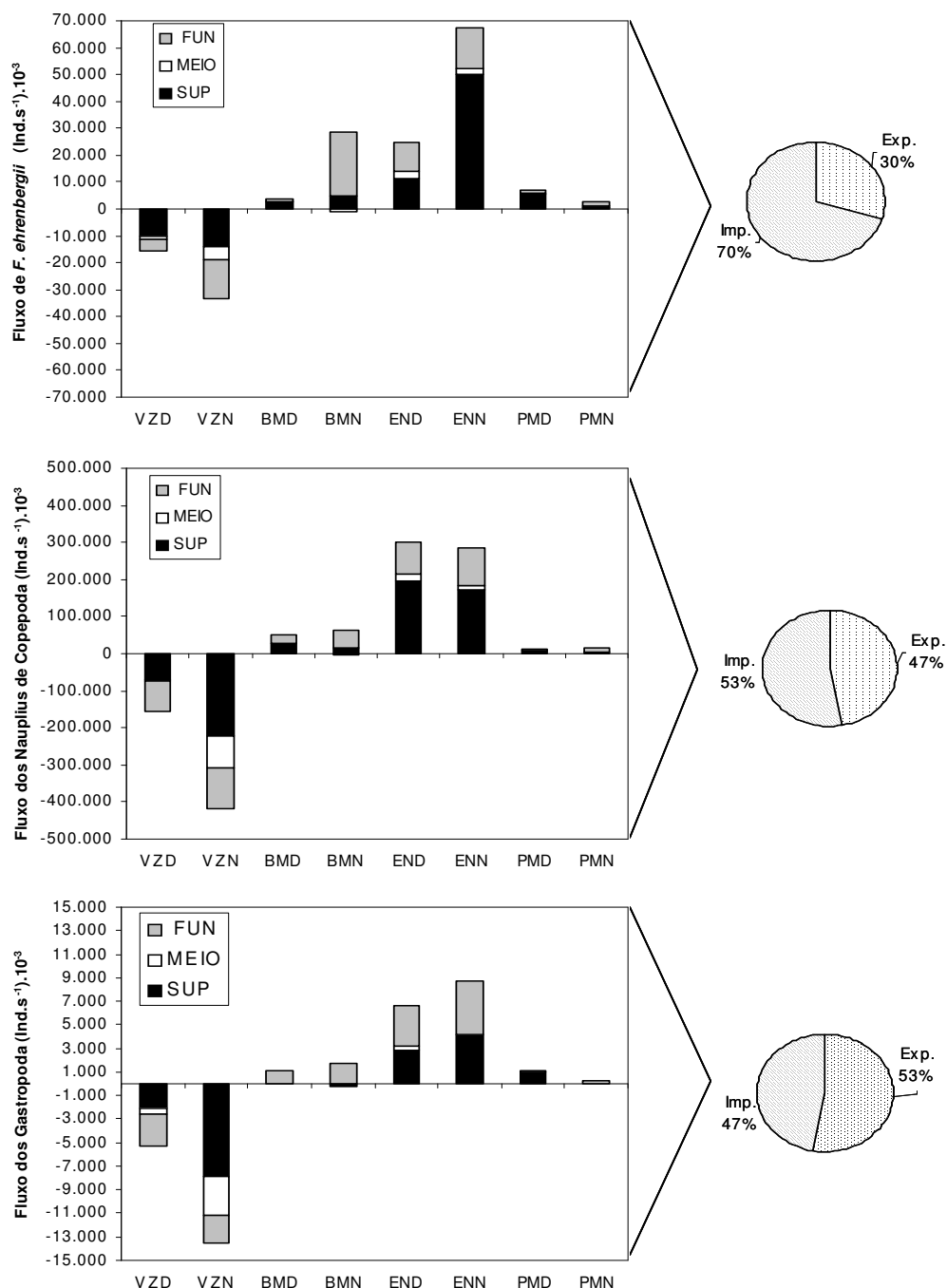


Figura 11 – Variação nictemeral do fluxo de *Favella ehrenbergii*, naupliu de Copepoda, e veligeres de Gastropoda (Ind.s⁻¹), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante os dias 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna. O gráfico de setores representa a percentagem de fluxo importado (Somatório dos valores positivos implicando, entrada no Canal de Santa Cruz) e exportado (Somatório dos valores negativos, implicando saída do Canal de Santa Cruz.).

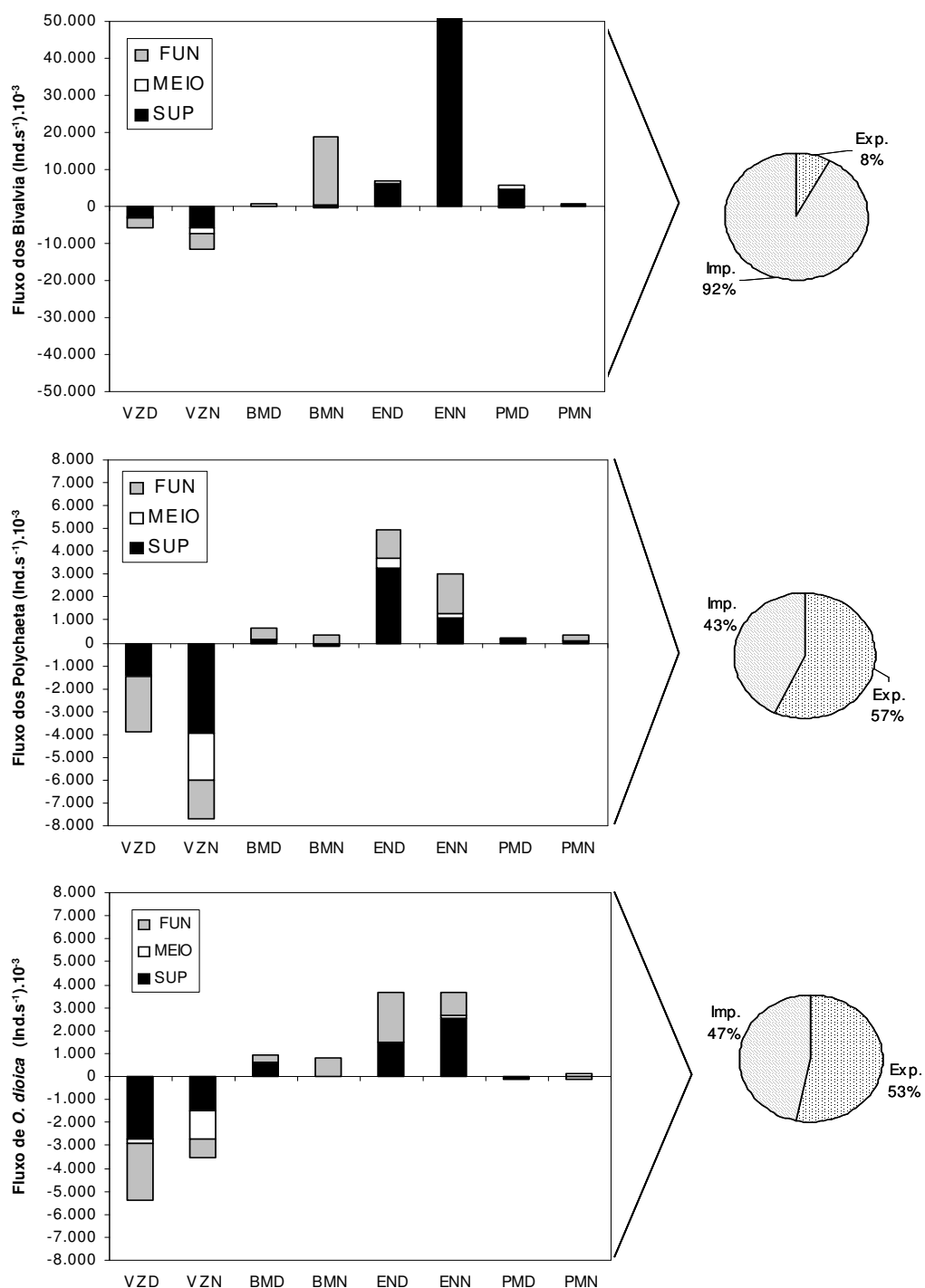


Figura 12 – Variação nictemeral do fluxo de velígeres de Bivalvia, larva de Polychaeta e *Oikopleura dioica* (Ind.s⁻¹), na barra Orange, Canal de Santa Cruz, Pernambuco, durante os dia 9 e 10 de agosto de 2001 (Maré de quadratura), nos três níveis de profundidade (Sup = superfície, meio e fun = fundo) VZD = vazante diurna, VZN = vazante noturna, BMD = baixa-mar diurna, BMN = baixa-mar noturna, END = enchente diurna, ENN = enchente noturna, PMD = preamar diurna, PMN = preamar noturna. O gráfico de setores representa a percentagem de fluxo importado (Somatório dos valores positivos implicando, entrada no Canal de Santa Cruz) e exportado (Somatório dos valores negativos, implicando saída do Canal de Santa Cruz.).

DISCUSSÃO

Os padrões dinâmicos do microzooplâncton na barra Orange foram bastante influenciados pelos processos físicos relacionados à maré, uma vez que não foram observadas diferenças significativas entre a profundidade de coleta e o fotoperíodo. Apenas os níveis de maré (baixa-mar, enchente, preamar e vazante) mostraram ser responsáveis pela dinâmica da comunidade microzooplancônica uma vez que foram o fator principal por significativas variações na estrutura do microzooplâncton, incluindo densidade e biomassa.

Altas densidades do microzooplâncton foram registradas em praticamente todas as estações no presente estudo, sendo observado um total de $11,3 \times 10^6$ ind.m⁻³. Os maiores picos de densidade e biomassa do microzooplâncton estiveram sempre associados as marés de enchente e vazante.

Altas concentrações de zooplâncton podem ser resultantes de uma série de fatores, tais como: retenção de organismos no estuário, alta produtividade (Johnson e Costello, 2002) alta heterogeneidade ambiental (Ballard e Myers, 2000; Bell e Barnes, 2000) e possivelmente uma grande taxa de importação (Rawlinson *et al.*, 2005).

Variações na dinâmica do zooplâncton têm sido associadas a diversos fatores, incluindo níveis de maré (Robertson *et al.*, 1988; Wang *et al.*, 1995; Rawlinson *et al.*, 2005; Melo Júnior, 2005) e fases de maré (Silva, 2002; Melo Júnior, 2005; Schwamborn *et al.*, 2006).

Em relação ao transporte instantâneo do microzooplâncton foi observado que a barra Orange possui um maior fluxo de importação de microzooplâncton, isto foi registrado tanto no transporte instantâneo da densidade quanto da biomassa. Melo Júnior (2005) estudando o transporte instantâneo dos Decapoda na barra de Catuama, e Silva *et al.*, (2007 no prelo) estudando o transporte do microzooplâncton na barra de Catuama, também encontraram este mesmo padrão.

Com altas densidades e biomassas de microzooplâncton entrando no Canal de Santa Cruz pela barra Orange, quais serão as conseqüências para a comunidade pelágica?

Segundo Ross *et al.* (1993), altas densidades podem conduzir a importantes efeitos na trofodinâmica, uma vez que as interações entre os níveis tróficos são mais complexas na teia alimentar. Ballard e Myers (1997 e 2000) afirmam que altas abundâncias na cadeia alimentar de estuários dão suporte aos animais filtradores como o zooplâncton gelatinoso, esta população de gelatinosos dentro do estuário tem sido responsáveis por esvaziar significativamente a população de Copepoda, quando as condições são favoráveis, ativando a seletividade de organismos do meroplâncton como véligers de bivalvia e larvas de peixes.

No tocante aos organismos do microzooplâncton a barra Orange caracterizou-se por apresentar elevadas taxas de transporte instantâneo de *Favella ehrenbergii*, velígeres de *Bivalvia* principalmente durante o fotoperíodo noturno na maré enchente, indicando que o Canal de Santa Cruz funciona como importador destes organismos.

O fluxo ou transporte de organismos e biomassa entre o ecossistema estuarino e a região costeira adjacente, afeta as teias alimentares pelágicas marinhas, e muitos dos organismos do zooplâncton estuarino exercem papel importante na dinâmica energética costeira (Morgan, 1990; 1992; Schwamborn, 1997; Schwamborn *et al.*, 1990; Neumann-Leitão e Schwamborn, 2000; Schwamborn *et al.*, 2001; Neumann-Leitão *et al.*, 2004) os principais mecanismos responsáveis por este transporte são as correntes de maré (Dame e Allen, 1996) e durante um ciclo de maré geralmente observa-se uma forte relação entre a velocidade das correntes e o transporte de material particulado e dissolvido na coluna d'água (Jorge e Beusekon, 1995).

Vários grupos do zooplâncton assumem movimentos migratórios verticais e/ou horizontais em sincronia com essas correntes (Gibson, 2003). Estes comportamentos dependem da dinâmica de importação e exportação a partir dos sistemas estuarinos. Em estuários com forte fluxo de maré, a possibilidade que o zooplâncton apresenta de redistribuir-se lateralmente pode ter um papel importante na manutenção de uma dada população endêmica (Freire, 1998). Muitos dos representantes da fauna planctônica estuarina exibem estratégias próprias de retenção no interior do ecossistema, com comportamentos migratórios distintos, em decorrência da entrada e da saída de água nos estuários. Por outro lado, outras espécies utilizam os fluxos limnético e/ou marinho para serem transportadas para outros locais, principalmente para a plataforma costeira adjacente, onde o desenvolvimento acontece (Christy e Stancyk, 1982; Epifanio, 1988).

Favella ehrenbergii tem sido comumente encontrada em ambientes costeiros e estuarinos, com altas densidades em alguns períodos (Neumann-Leitão *et al.*, 1992; Lopes, 1994; Sant'Anna e Tundisi, 1996). Segundo Villate (1991), os tintinídios apresentam respostas comportamentais às variações ambientais, formando blooms temporais. Isto se deve ao fato de que os ciclos de vida destes organismos são rápidos, facilitando a ocorrência de altas taxas de abundância, com flutuações quantitativas desta população ao longo de um período anual. Estes "blooms" de tintinídios podem ocorrer como consequência do desenvolvimento acentuado da comunidade fitoplanctônica (Sant'Anna, 1993).

No tocante aos véligeres de *Bivalvia* este grande número de larvas sendo transportadas da plataforma para áreas estuarinas possivelmente trata-se de espécies que segundo Perkins (1974) suas larvas conseguem melhor desenvolvimento em salinidades mais reduzidas.

Nauplius de Copepoda também apresentaram maior valor de transporte instantâneo em direção ao Canal de Santa Cruz. De acordo com Margalef, (1967) áreas de instabilidade ambiental (distúrbios fortes), com fertilização periódica das águas superficiais são em geral habitadas por estágios iniciais da sucessão. A ocupação humana nas margens de estuários gera águas residuais que causam problemas de degradação ambiental. Figueiredo (2005) estudando a influência hidrológica na barra Orange neste mesmo período observou uma pequena degradação ambiental nesta barra.

Dentre os Copepoda as espécies *Parvocalanus crassirostris* e *Oithona hebes* apresentaram maiores valores de transporte instantâneo e fluxo positivos, indicando uma dinâmica de importação da Plataforma Costeira Adjacente e o Canal de Santa Cruz. Já *Euterpina acutifrons* evidenciou uma dinâmica de exportação.

Parvocalanus crassirostris, é uma espécie de grande tolerância à salinidade e temperatura, encontrada em diversas partes do mundo, porém limitada às águas costeiras de regiões tropicais e subtropicais (Matsumura-Tundisi, 1972). Esta espécie é a mais comumente citada em águas costeiras e estuarinas do Brasil. Já o Copepoda *O. hebes* é muito comum em águas estuarinas, sendo indicadoras de águas com manguezais, ocorrendo freqüentemente associada a *O. oswaldocruzi* (Bjornberg, 1981).

Quanto a *E. acutifrons*, trata-se de uma espécie habitando desde a região costeira até o interior do estuário, de ampla distribuição geográfica, apresentando abundância elevada (Bjornberg, 1963; Montú e Gloeden, 1986); ocorre durante todo o ano, porém com predomínio em determinadas épocas (Matsumura-Tundisi, 1972), tendo sido citada em quase todos os estuários brasileiros.

Velígeres de Gastropoda apresentaram um padrão de transporte negativo indicando que são exportados do Canal de Santa Cruz para a plataforma Costeira Adjacente. De acordo com Mello (1993) possivelmente estas larvas pertencem as espécies *Tricolia affinis*, *Bittium varium* e *Smaragdia virides*. Adultos destas espécies foram assinaladas por Alves (1991) para o fital *Halodule wrightii*, que cobre grande parte da área costeira da Ilha de Itamaracá. A presença destas larvas em grande quantidade no período chuvoso foi também citado por Neumann-Leitão (1994) e Sant'Anna (1993).

As larvas de Polychaeta também apresentaram um padrão de transporte negativo indicando que são exportados do Canal de Santa Cruz para a plataforma Costeira Adjacente. Os Polychaeta são animais oceânicos com uma ou mais espécies, mas também sendo encontrados em ambientes neríticos. Estes organismos vivem desde a superfície até grandes profundidades (Fernandez-Alamo e Thuesen, 1999). Sua distribuição horizontal é semelhante na grande maioria do zooplâncton marinhos, condicionada pelas características hidrológicas das águas que habitam.

Oikopleura dioica foi também exportada para fora do Canal de Santa Cruz. Pode se tornar abundante em águas costeiras superficiais sendo um dos Larvacea mais comum no mundo (Boltovskoy, 1981).

Por tudo que foi estudado observa-se, que a plataforma costeira adjacente contribui significativamente para a formação da comunidade microzooplanctônica. Embora se tenha conhecimento da importância do fluxo ou transporte de organismos e biomassa entre um sistema estuarino e sua região costeira, uma vez que este transporte afeta as teias alimentares pelágicas marinhas, (Morgan, 1992; Schwamborn, 1997; Schwamborn et al., 1999; Neumann-Leitão e Schwamborn, 2000; Neumann-Leitão et al., 2004), escassas são as pesquisas sobre a importação/exportação líquida do microzooplâncton, pelas marés, para a região costeira adjacente (Castel e Veiga, 1990; Kouassi et al., 2001; Rawlinson et al., 2005). As pesquisas sobre o fluxo e transporte de larvas de Decapoda e peixes têm adicionado novas informações sobre a dinâmica destes organismos, adicionando conceitos preestabelecidos (Epifanio et al., 1984; Epifanio, 1988; Epifanio, 1995; Epifanio e Garvine, 2001; Rowe e Epifanio, 1994a,b). Logo o conhecimento sobre o fluxo e transporte do microzooplâncton é um pré-requisito indispensável para uma exploração eficaz dos recursos aquáticos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. S. 1991. **Macrofauna do fital *Halodule wrightii* Aschers, (Angiospermas - Potamogetonaceae) da Praia de Jaguaribe, Ilha de Itamaracá-PE, Brasil**, Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 316p.
- BALLARD, L., MYERS, A., 1997. Vertical distribution, morphology and diet of *P. stellata* (Cnidaria: Limnomedusae) in Lough Hyne Marine Nature Reserve, Co. Cork, Ireland. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, U.K. **77**, 999–1009.
- BALLARD, L., MYERS, A., 2000. Observations on the seasonal occurrence and abundance of gelatinous zooplankton in Lough Hyne, Co. Cork, South-West Ireland. **Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy** 100B (2), 75–83.
- BELL, J.J.; BARNES, D.K.A., 2000. A sponge diversity centre within a marine island. **Hydrobiologia**, Belgica. **440**:56-64.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1963. On the free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, São Paulo. **13**(1): 1-142.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1981. Copepoda, In: D. BOLTOVSKOY, **Atlas del Zooplancton del Atlântico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino**. INIDEP, Mar del Plata, 587-616.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. (ed.). **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 936p.
- BOLTOVSKOY, D. 1999. (Ed). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers. 2v. 1706p.
- BOUGIS, P. 1974. **Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton**. Paris: Masson et Cie., (2): 200p.

- CASTEL J; VEIGA. J. 1990. Distribution and retention of the copepod *Eurytemora affinis* *hirundoides* in a turbid estuary. **Marine Biology**, Germany. **107**: 119-128.
- CHRISTY, J; STANCYK, S. E. T. 1982. Timing of larval production and flux of invertebrate larvae in a well-mixed estuary. In: **Estuarine Comparisons**. New York: Kennedy, 489-501 p.
- COHEN, J. H. e FORWARD, R. B. 2005. Diel vertical migration of the marine copepod *Calanopia americana*. **Marine Biology**, Germany. **147**: (2) 399-410 p.
- DAME, R. F.; ALLEN, D. M. 1996. between estuaries and the sea. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, Australia. **200**:169-185.
- DAY JÚNIOR, J.W., YÁÑEZ ARANCIBIA, A. 1982. Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. **Ciencia Interamericana**, Washington, **22** (1/2):11-26.
- DITTEL A. I.; EPIFANIO C. E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Marine Ecology Progress Series**, Germany. **65**:25-34.
- DITTEL, A. I.; EPIFANIO, C. E.; LIZANO, O. 1991. Flux of crab larvae in a mangrove creek in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Estuarine Coastal Shelf Science**, London. **32**:129-140.
- EPIFANIO, C. E. 1988. Transport of crab larvae between estuaries and the continental shelf. **Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies**, **22**:291-305.
- EPIFANIO, C.E., 1995. Transport of blue crab (*Callinectes sapidus*) larvae in the waters off Mid-Atlantic States. **Bulletin of Marine Science** **57**:713-725.
- EPIFANIO, C.E., GARVINE, R.W., 2001. Larval transport on the Atlantic Continental Shelf of North America: a review. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London. **52**:51-77.
- EPIFANIO, C.E., VALENTI, C.C., PEMBROKE, A.E., 1984. Dispersal and recruitment of blue crab larvae in Delaware Bay, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **18**:1-12.
- FIGUEIREDO, J.A. 2005. **Influência Hidrológica e Biomassa Fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz) - Itamaracá –PE: Variação Nictemeral..** 141 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco.
- FORWARD, R.B. JR, TANKERSLEY, R.A. (2001) Selective tidal stream transport of marine animals. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, Aberdeen University Press: Aberdeen, U.K, **39**:305–353
- FREIRE, A. S. 1998. **Dispersão larval do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) em manguezais da baía de Paranaguá, Paraná.** Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 67 f.
- GIBSON, R. N. 2003. Go with the flow: tidal migration in marine animals. **Hydrobiologia**, Belgica. **503**:153-161.
- HOUGH AR; NAYLOR E (1992) Endogenous rhythms of circatidal swimming activity in the estuarine copepod *Eurytemora affinis* (Pope). **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, Australia. **161**:27–32.
- HUNTER, M. D. e PRICE, P. W. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up forces in natural communities. **Ecology**, Durham. **73** (3):724-732.
- JOHNSON, M.P., COSTELLO, M., 2002. Local and external components of the summertime plankton community in Lough Hyne, Ireland a stratified marine inlet. **Journal of Plankton Research**, Oxford. **24** (12):1305-1315.
- JORGE, V.N.; VAN BEUSEKON, J.E.E. 1995. Wind-and-tide-induced resuspension of sediment and microphytobenthos from tidal flats in the EMS estuary. **Limnology and Oceanography**, New York. **40**(4): 766-778.
- KEMPF, M. 1970. Nota preliminar sobre fundos costeiros da região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **9-11**:95-111.
- KETCHUM, B. H. .,1983. Estuarine characteristics. In: B. H. Ketchum (ed). **Estuaries and enclosed seas**. New York, Elsevier Sci. Publ. Comp, 1-14.

- KOUASSI E.; PAGANO, M; SAINT-JEAN, L.; ARFI, R.; BOUVY. M. 2001. Vertical migrations and feeding rhythms of *Acartia clausi* and *Pseudodiaptomus hessei* (Copepoda: Calanoida) in a tropical lagoon (Ebrié, Côte d'Ivoire). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London. **52**: 715-728.
- LOPES, R. M., 1994, Zooplankton distribution in the Guaraú river estuary (South-eastern Brazil). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, London. **39**: 287-302.
- MACÊDO, S. J. **Fisioecologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE)**. 1974 121 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) - Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MAGALHÃES, K. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; JUNIOR MOURA, A. M. 1997, Morfologia e biomassa da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson no litoral norte de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **25**:83-92.
- MARGALEF, R. 1967. Ritmos, fluctuaciones y sucesión. In: Castellve, J. (Eds.) **Ecologia marinha**. Caracas: Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 1967. P. 454-492.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. 1972, **Aspectos ecológicos do zooplâncton da região lagunar de Cananéia com especial referência aos Copepoda (Crustacea)**. São Paulo, 191p. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MEDEIROS, C. e KJERFVE, B; 2005. Longitudinal salt and sediment fluxes in tropical estuary: Itamaracá, Brazil. **Journal of Coastal Research**. USA. **21**:751-758.
- MELO JÚNIOR, M. 2005. **Padrões dinâmicos de transporte e migração do zooplâncton, com ênfase nos Decapoda planctônicos, da Barra de Catuama, Pernambuco –Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal de Pernambuco. 123f.
- MELO, R. L. S. 1993. Gastropodes da margem continental norte e sul não citados para o Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **22**:305-323.
- MONTÚ, M.; GOEDEN, I.M. 1986. Atlas de Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica**, Pontal do Sul, **1** (2): 1-134.
- MORGAN, S. G. 1990. Impact of planktivorous fishes on dispersal, hatching, and morphology of estuarine crab larvae. **Ecology**, Durham **71**:1639-1652.
- MORGAN, S. G. 1992. Predation by planktonic and benthic invertebrates on larvae of estuarine crabs. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, Australia. **163**:91-110.
- NEUMANN-LEITÃO, S., GUSMÃO, L. M. O. & NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. 1992, Zooplâncton dos estuários dos rios Massangana e Tatuoca, Suape (PE - Brasil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba. **35**: 341-360.
- NEUMANN-LEITÃO, S. 1994. **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape-PE-Brasil**. São Paulo, 255f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental)- Departamento de Hidráulica, Universidade de São Paulo.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R. 2000. Interações tróficas no Canal de Santa Cruz. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACEDO, S. J.; LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. cap. 13, p. 163-180.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; VASCONCELOS-FILHO, A. de L. Teia trófica pelágica. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F (Orgs.). 2004. **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço e UFPE, p. 459-476.
- NEWELL, G.H.; NEWELL, R.C. 1963. **Marine plankton a practical guide**. London; Hutchinson Educat., 221p.
- ODUM, E. P. 1985. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Interamericana,. 434p.
- OMORI, M.; IKEDA, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology**. New York: Wiley. 331p.
- ORMOND, R. F. G.; GAGE, J. D.; ANGEL, M. V. 1997. (Eds). **Marine Biodiversity, patterns and processes**. Cambridge University press, 449p.

- PERKINS, E.J. 1974. **The biology of estuaries and coastal waters**. Academic Press, London. 678p.
- PINGREE, R. D.; FORSTER, G. R. E MORRISON, G. K. 1974. Turbulent convergent tidal fronts. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, U.K. **54**: 469-479.
- RAWLINSON, K.A.; DAVENPORT, J.; BARNES, D.K.A. 2005. Tidal exchange of zooplankton between Lough Hyne and the adjacent coast. Costa Rica, **Estuarine Coastal Shelf Science**. London, **62**:205-215.
- ROBERTSON A.I; DIXON, P.; DANIEL P.A. 1988. Zooplankton dynamics in mangrove and other nearshore habitats in tropical Australia. **Marine Ecology Progress Series**, Germany. **43**: 139-150.
- ROSE, M. 1933. **Faune de France. Copépodes Pélagiques**. Paris: Office Central de Faunistique, v. 26, 373p.
- ROSS, A.H., GURNEY, W.S.C., HEATH, M.R., HAY, S.J., HENDERSON, E.W., 1993. A strategic simulation model of fjord ecosystem. **Limnology and Oceanography**, New York. **31**, 361-370.
- ROWE, P.M., EPIFANIO, C.E., 1994a. Tidal stream transport of weakfish larvae in Delaware Bay, USA. **Marine Ecology Progress Series**, Germany. **110**:105-114.
- ROWE, P.M., EPIFANIO, C.E., 1994b. Flux and transport of larval weakfish in Delaware Bay, USA. **Marine Ecology Progress Series**, Germany. **110**:115-120.
- SANT'ANNA, E. M. E.; TUNDISI, J. G. 1996. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Revista Brasileira de Oceanografia, São Paulo**, **44** (1): 23-33.
- SANT'ANNA, E.M.E.1993. **Estrutura e biomassa da comunidade zooplanctônica da Bacia do Pina (Pernambuco – Brasil), relacionadas com fatores ambientais**. Tese (Escola de Engenharia de São Carlos), Universidade de São Paulo, 195 f.
- SCHULER, C. A. B., ANDRADE, V. C., SANTOS, D. S. O manguezal: composição e estrutura In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 8:89-102. 2000.
- SCHWAMBORN, R. 1997. **Influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in Northeast Brazil**. 77f. Tese (Doutorado) - University of Bremen. Alemanha.
- SCHWAMBORN, R.; BONECKER, A. C. T. 1996. Seasonal changes in the transport and distribution of meroplankton into a brazilian estuary with emphasis on the importance of floating mangrove leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba **39** (2): 451-462.
- SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; PINTO, A. S.; SILVA, T. A.; SAINT-PAUL, U. 1999. The contribution of estuarine decapod larvae to marine macrozooplankton communities in northeast Brazil. **Archive of Fishery and Marine Ressearch**, Jena, **47**: 167-182.
- SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SILVA, T. de A.; SILVA, A. P.; EKAU, W.; SAINT-PAUL, U. 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá Estuarine System, Brazil. **Tropical Oceanography**, Recife. **29**:1-18.
- SILVA, A. P. 2002. **Dinâmica temporal das larvas de Brachyura no Canal de Santa Cruz, Pernambuco (Brasil), ao longo de um ciclo lunar**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal de Pernambuco, 97p.
- THUESEN, E. e FERNANDEZ-ALAMO, M. 1999. Polychaeta. In: Boltovskoy, D. (Ed). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers. 2v. 1706p.
- TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. 1957. **Manuel de planctonologie méditerranéenne**. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 2v.
- VILLATE, F. 1991. Annual cycle of zooplankton community in the Alera Harbour (Bay of Biscay): abundance, composition and size spectra. **Journal of Plankton Research**, Oxford. **13** (4):691-706.
- WANG, Z.; THIEBAUT, E.; DAUVIN, J.C. 1995. Short-term variations of zooplankton in a megatidal estuary (Seine, eastern English Channel). Proc. of the 20th Symp. Union des

Océanographes de France, Paris, 24-25 Nov. 1994; Spatial and temporal scales of the ocean. Methods and problems. Paris: Union des Océanographes de France 1995. **Journal de Recherche Oceanographique**, Paris. **20**: 152.

ZELDIS, J. R.; JILLET, J. B. 1982. Aggregation of pelagic *Munida gregaria* (Fabricius). **Journal Plankton Research**, Oxford. **4**:839-857.

6. CONCLUSÕES

- Foram identificados 51 taxa, na barra de Catuama e 44 taxa na barra Orange. O holoplâncton predominou nas duas desembocaduras apresentando 70% de abundância relativa.
- O taxa mais abundante nas duas desembocaduras foi Copepoda na fase naupliar, variando de 50 a 80% de dominância. Dentre os Copepoda destacaram-se *Euterpina acutifrons*, *Oithona hebes* e *Parvocalanus crassirostris*, grupo característico de áreas estuarinas.
- Nas estações onde os náuplios de Copepoda apresentavam menor dominância foi observado aumento de Protozoa, sendo responsável por esta dominância *Favella ehrenbergii*.
- Embora haja diferença entre as marés de sizígia e quadratura no que se refere ao regime salino, a composição geral do microzooplâncton nas barras Orange e Catuama foi semelhante nas duas etapas de coleta.
- As marés exerceram forte influência na distribuição horizontal do zooplâncton, sendo as principais responsáveis pelas variações quantitativas diurnas.
- A diversidade e equitabilidade foram baixas indicando áreas em desequilíbrio, fato decorrente dos muitos impactos que a área vem recebendo nos últimos anos.
- Os padrões dinâmicos do microzooplâncton foram bastante influenciados pelos processos físicos relacionados à maré, tais como fases (sizígia/quadratura) e níveis (baixa-mar, enchente, preamar e vazante). Estes fatores foram responsáveis por significativas variações na estrutura do microzooplâncton, incluindo densidade e biomassa.
- O presente trabalho demonstra que o ambiente marinho durante o período chuvoso enriquece o Canal de Santa Cruz pelas barras Orange e Catuama, uma vez que foi observado maior fluxo de importação de microzooplâncton, registrado tanto no transporte instantâneo da densidade quanto da biomassa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, D.L., SANTOS, A. S. 2003. **BioEstat 3.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 290p.
- BARBOSA, C. M. B. M. 1989. Sedimentos carbonáticos da Plataforma Continental da Paraíba. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **20**:125-144.
- BEERS, J.R. 1981. Determinación de la biomasa del zooplancton. In: Boltovskoy, d. (ed.). **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del Plata:INIDEP, p. 133-141.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1981. Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.): Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP, p. 587-679.
- BJÖRNBERG, T. K. S. 1963. On the marine free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. São Paulo. **13** (1): 3-142.
- BOLTOVSKOY, D. 1999. (Ed). South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers. 2v. 1706p.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. (ed.). Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP, 936p.
- BOUGIS, P. 1974. Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. Paris: Masson et Cie., n. 2, 200 p.
- DITTEL A. I. ; EPIFANIO C. E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Marine Ecology Progress Series**. Germany. **65**: 25-34.
- DITTEL, A. I.; EPIFANIO, C. E.; LIZANO, O. 1991. Flux of crab larvae in a mangrove creek in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Estuarine Coastal Shelf Science**. London, **32**:129-140.
- GRASSHOFF, K. ; EHRHARDT, M. ; KREMLING, K. 1983. **Methods Off Sea Water Analysis**. 2. ed. Florida: Verlage Chemie, 417p.
- HUNTER, M. D. e PRICE, P. W. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeinity and the relative roles of bottom-up forces in natural communitites. **Ecology**, Durham. **73** (3): 724-732.
- KEMPF, M. 1970. Nota preliminar sobre fundos costeiros da região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **9-11**:95-111.
- KEMPF, M.; MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. 1970. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). I. Generalidades sobre o fundo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **9/11**: 125-148.
- MACÊDO, S. J. 1974. **Fisioecologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE)**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) - Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MAGALHÃES, K. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; JUNIOR MOURA, A. M. 1997. Morfologia e biomassa da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson no litoral norte de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **25**: 83-92.
- NASCIMENTO, D. A. e PARANAGUÁ, M. N. 1981. Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá – Pernambuco. **Encontro de Zoologia do Nordeste**, 3, Recife – PE. Resumo. p. 2.
- NASCIMENTO, D. A. 1980. **Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá –PE**. 180 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná.

- NASCIMENTO, D. A. 1981. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XV. Copepoda do estuário do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **16**: 65-88.
- NASCIMENTO, D. A. 1977. Ocorrência de *Euterpina acutifrons* Dana, 1852 (Copepoda – Crustacea) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá – PE. Resumo. **Ciências e cultura**. São Paulo. **29** (7): 542.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; MACÊDO, S.J.; MEDEIROS, M.L.; KOENING, M.L.; MONTES, M.J.F.; FEITOSA, F.A.N.; GUSMÃO, L.M.O. 2001. Plankton dynamics at Itamaracá mangrove estuarine system, Pernambuco, Brazil. In: Villacampa, Y.; Brebbia, C.A., Usó, J.L. (Eds.). **Ecosystems and sustainable development III**, Southampton, Boston: WITPress, 1:409-418.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M. N.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO, D. A. 1984. Zooplâncton de viveiros estuarinos, Itamaracá – PE. **Encontro Brasileiro de Plâncton**. 1, Arraial do Cabo-RJ, Resumo. p. 14.
- NEWELL, G.H.; NEWELL, R.C. 1963. **Marine plankton a practical guide**. London; Hutchinson Educat., 221p.
- NUNES, R. A.; SIMPSON, J. H. 1985. Axial convergence in a well-mixed estuary. **Estuarine Coastal Shelf Science**. London. **20**: 637-649.
- OMORI, M.; IKEDA, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology**. New York: Wiley. 331p.
- ORMOND, R. F. G.; GAGE, J. D.; ANGEL, M. V. (Eds.) 1997. **Marine biodiversity, patterns and processes**. Cambridge: Cambridge University Press, 449p.
- OVINGTON, J. D. 1975. Strategies for the management of natural and manmade ecosystems. In: **Unifying concepts in ecology**. W. H. Dobben e R. H. Lowe-McConnell (Eds.), The Hague. p. 239-246.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O. 2000. In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 8:89-102.
- PARANAGUÁ, M. N.; KOENING, M. L. 1997. Estudo do zooplâncton dos viveiros de cultivo de peixes da região de Itamaracá – PE. Resumo. **Ciências e Cultura**. São Paulo. **29** (7): 538.
- PARANAGUÁ, M. N. e NASCIMENTO, D. A. 1973. Estudo do zooplâncton da região estuarina de Itamaracá. Resumo. **Ciências e Cultura**. São Paulo. **25** (7): 198.
- PARANAGUÁ, M. N. 1982. Ecossistemas costeiros de Itamaracá (Pernambuco-Brasil). III Zooplâncton. Simpósio internacional sobre utilização de ecossistemas costeiros: planejamento, poluição e produtividade. Resumo. **Atlantica**. Rio Grande. **5** (2): 90.
- PARANAGUÁ, M. N. e ESKINAZI-LEÇA, E. 1985. Ecology of a northern tropical estuary in Brazil and technological perspectives in fishculture. In: Yañes-Arancibia, A. (Ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons towards na ecosystem integration**. Mexico. **28**: 595-614.
- PARANAGUÁ, M. N. e KOENING, M. L. 1978. Composição e “standing-stock” do zooplâncton dos viveiros de criação de peixes da região de Itamaracá (PE). **Simpósio Brasileiro de aquicultura**, Recife, **1**: 99-107.
- PARANAGUÁ, M. N. e NEUMANN-LEITÃO, S. 1981. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XIII. Rotíferos planctônicos dos viveiros de cultivo de peixes. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**. Recife, **2**: 233-242.
- PARANAGUÁ, M. N. e NEUMANN-LEITÃO, S. 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco. Zooplâncton dos viveiros de cultivo de peixes de Itamaracá, PE. **Revista Nordestina de Biologia**. João Pessoa. **3**: 187-206.

- PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO, D. A. 1984. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXV. zooplâncton rio Botafogo. **Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. **8**: 193-206.
- PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO, D. A.; MACEDO, S. J. 1979. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. II. Distribuição do zooplâncton no estuário do rio Igarassu. **Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **14**: 65-92.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO, D. A. 1981. Estudos preliminares sobre a metodologia de coleta de plâncton em viveiros estuarinos, Itamaracá – PE. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**. Recife. **2**: 243-358.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NASCIMENTO, D. A.; KOENING, M. L.; GUSMÃO, L. M. O. 1986. Ecological study of Itamaracá region (Pernambuco-Brazil). XXVIII. Zooplankton of estuarine ponds. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. Curitiba. **29**: 359-370.
- PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NASCIMENTO, D. A.; GUSMÃO, L. M. O. 1982. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XXVII. Zooplâncton de viveiros estuarinos. Simpósio internacional sobre utilização de ecossistemas costeiros: planejamento, poluição e produtividade. Resumo. **Atlantica**. Rio Grande. **5** (2): 91.
- POR, F. D. e ALMEIDA PRADO-POR, M. S. 1982. The polyhaline mangal of Itamaracá (Pernambuco), characterized by a student workshop in september, 1981. Simpósio internacional sobre utilização de ecossistemas costeiros: planejamento, poluição e produtividade. Resumo. **Atlantica**. Rio Grande. **5** (2): 99.
- PORTO NETO, F. F.; NEUMANN-LEITÃO, S. NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; GUSMÃO, L. M. O. SILVA, A. P.; SILVA, A. T. 1999. Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **27** (2): 43-58.
- RICKLEFS, R. 1996. **A economia da natureza**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 469 p.
- ROSE, M. 1933. **Faune de France. Copépodes Pélagiques**. Paris: Office Central de Faunistique, **26**, 373p.
- SANTANA, M. S. R. 1978b. Contribuição ao conhecimento do zooplâncton em viveiros de criação de tainhas *Mugil curema* Valenciennes, 1836. **Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. Recife. **2** (1): 117-124.
- SANTANA, M. S. R. 1978. **Variação do plâncton em viveiro de tainha na Ilha de Itamaracá – Pernambuco**. 106 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- SCHWAMBORN, R. 1997. **Influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in Northeast Brazil**. 77 f. Tese (Doutorado) - University of Bremen. Alemanha.
- SCHULER, C. A. B., ANDRADE, V. C., SANTOS, D. S. O. 2000. Manguezal: composição e estrutura. In: Barros, H.M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S.J.; Lima, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 8:89-102.
- SCHWAMBORN, R., BONECKER, A. C. T. 1996. Seasonal changes in the transport and distribution of meroplankton into a Brazilian estuary with emphasis on the importance of floating mangrove leaves. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**. Curitiba. **39**: 451-462.
- SCHWAMBORN, R.; SILVA, T. A. 1996. Comparação da resistência de duas comunidades zooplantônicas (Canal de Santa Cruz e Praia do Pilar, Itamaracá, Pernambuco, Brasil) ao choque hipoosmótico. Um estudo eco-fisiológico preliminar. **Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. **24**: 135-143.
- SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; PINTO, A. S.; SILVA, T. A.; SAINT-PAUL, U. 1999. The contribution of estuarine decapod larvae to marine macrozooplankton communities in northeast Brazil. **Archive of Fishery and Marine Ressearch**, Jena. **47**: 167–182.

- SILVA, T. A.; SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A. P. 2000. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of the Santa Cruz channel estuarine system, Pernambuco, Brazil. **Plankton Symposium**. p. 134.
- STRICKLAND, J. D. H. & T. R. PARSONS, 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. 2 ed. Ottawa: **Fisheries Research Board of Canada Bulletin**, Canada. **167**: 207-211.
- TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. 1957. **Manuel de planctonologie méditerranéenne**. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 2v.
- UNESCO. 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea water, report of **SCOR/UNESCO, Working group 17 with meeting from to 6 June 1964**. Paris, 69p. (Monographs on Oceanography Methodology, 1).
- UNESCO. 1973. **International Oceanographic Table**. Britain Wormly, **2**:141.
- VARELA, R.; MASSA, I. 1981. Concentración de clorofila *a*, fitopigmentos y materia en suspensión en laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela. **Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Estación de Investigaciones Marinas de Margarita**. Venezuela. **5**:39-64.