

VARIAÇÃO NICTEMERAL DO MACROZOOPLÂNCTON NA BARRA ORANGE - CANAL DE SANTA CRUZ, ESTADO DE PERNAMBUCO (BRASIL)

NYCTEMERAL VARIATION OF THE MACROZOOPLANKTON AT ORANGE - INLET SANTA CRUZ CHANNEL, PERNAMBUCO STATE (BRAZIL)

Pedro Augusto Mendes de Castro MELO^{1*}; Sigríd NEUMANN-LEITÃO¹;
Lucia Maria de Oliveira GUSMÃO¹; Fernando de Figueiredo PORTO NETO²

¹Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco

² Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco

*E-mail: pedroamcm@yahoo.com.br

Recebido em: 11 de fevereiro de 2008

Resumo - Estudos sobre o macrozooplâncton foram realizados numa estação fixa localizada entre a desembocadura sul e a linha de recifes no canal de Santa Cruz – PE. O principal objetivo foi avaliar as variações nictemeraias ao longo do ciclo de maré. As coletas foram realizadas durante preamares e baixa-mares em maré de sizígia nos dias 10 e 11 de março de 2001. Arrastos sub-superficiais foram realizados com rede de plâncton com 300 µm de abertura de malha. Dados de salinidade e temperatura foram obtidos para comparar com o zooplâncton. Foram identificados 48 taxa, 26 na baixa-mar com uma dominância do holoplâncton, e 40 na preamar, com dominância de zoeas de Brachyura. Copepoda esteve representado por 18 espécies, destacando-se *Acartia lilljeborgi*, *Temora turbinata* e *Pseudodiaptomus acutus*. Foi registrada diferença significativa entre as densidades médias nas duas marés ($p=0,04$), com maior densidade na baixa-mar e maior diversidade na preamar devido à influência marinha. Não houve diferença significativa entre as amostras diurnas e noturnas ($p=0,88$), evidenciando que a maré é o principal fator estruturador da comunidade do macrozooplâncton.

Palavras chave: zooplâncton, nictemeral, Canal de Santa Cruz, estuário.

Abstract - Macrozooplankton studies were carried out in a fixed station, located between the south outlet and the reefs at Santa Cruz Channel – PE. The main objective was to assess the nyctemeral variation along to tide cycle. Sampling were done during high and low tides of a spring tide in March 10th and 11th, 2001. Subsurface hauls were done with plankton net with 300 µm of mesh size. Salinity and temperature data were obtained to compare with zooplankton. It were identified 48 taxa, 26 at low tide with holoplankton dominance, and 40 at high tide with Brachyura zoeae dominance. Copepoda was present with 18 species, outranking *Acartia lilljeborgi*, *Temora turbinata* and *Pseudodiaptomus acutus*. Density significant differences ($p=0,04$) were registered between tides, with higher density at low tide and higher diversity during high tide due marine influence. No significant differences were observed between day and night samples ($p=0,88$), showing that tides are the main factor structuring the macrozooplankton community.

Key words: zooplankton, cictemeral, Santa Cruz channel, estuary.

INTRODUÇÃO

Os ambientes estuarinos são regiões costeiras semi-fechadas nas desembocaduras dos rios, sujeitas aos aportes dos rios e do fluxo marinho. Os nutrientes transportados pelos rios e a rápida troca entre as águas de superfície e sedimentos contribuem para uma produtividade biológica extremamente alta, sendo considerados um dos ecossistemas mais produtivos da Terra. Essa alta produtividade resulta da regeneração rápida e local dos nutrientes bem como dos aportes destes pelos rios e marés. Sua importância se estende aos ecossistemas marinhos através da sua exportação líquida de matéria orgânica, organismos e detritos particulados e dissolvidos (Ricklefs, 2003).

Devido à sua alta produtividade e ao abrigo que oferecem aos organismos, os estuários com seus manguezais são áreas de alimentação importantes, sustentando populações abundantes de espécies estuarinas e marinhas, como as diversas fases iniciais do ciclo de vida de muitos peixes e invertebrados, que completam seu ciclo de vida no mar (Silva, 2002).

O zooplâncton, devido à diversidade de tamanho e capacidade natatória, e aos tipos de alimentação, somadas a uma ampla distribuição, constitui uma comunidade bastante heterogênea (Palma & Kaiser, 1993). Por toda essa diversidade, o zooplâncton possui um papel fundamental, pois serve como elo entre o fitoplâncton e muitos carnívoros, como crustáceos e peixes de interesse comercial, além de seu papel significativo na ciclagem de nutrientes e no transporte de energia de um ambiente para outro (Day Jr., Hall, Kemp & Yáñez Arancibia, 1989), abrigando, ainda, estágios larvais de alguns organismos não planctônicos.

A exportação do zooplâncton de estuários tropicais para a área costeira adjacente afeta as teias alimentares pelágicas marinhas. Muitos organismos do zooplâncton, como por exemplo as larvas de crustáceos decápodos, são exportadas de estuários com manguezais para as áreas costeiras (Dittel & Epifanio, 1990; Dittel, Epifanio & Lizano, 1991; Schwamborn & Bonecker, 1996, Schwamborn, Ekau, Silva & Sait-Paul, 1999).

Assim, o estudo da comunidade zooplânctônica é de importância fundamental por apresentar espécies indicadoras das condições ambientais dominantes, as quais mostram as características da água de onde foram extraídas (Wickstead, 1979; Margalef, 1983). Além disso, elas fornecem informações sobre os processos interagentes, uma vez que, por serem influenciadas pelas condições bióticas e abióticas do meio (Fraser, 1962; Longhurst & Pauly, 1987), dão aviso prévio sobre agentes estressores, podendo ser utilizadas como ferramentas de monitoramento ambiental. Dessa forma, em áreas estuarinas sujeitas a múltiplos usos, alterações na estrutura da comunidade e na abundância das espécies podem indicar impactos antropogênicos.

O estudo da distribuição vertical do zooplâncton coloca em evidência a existência de variações de curtos períodos ligadas à alternância dia/noite, isto é, migrações nictemerais (do grego *nuctos*=noite; *hemera*=dia). Muitos organismos realizam migrações verticais com um ritmo circadiano. Segundo Bougis (1974), a principal forma de migração de alguns organismos zooplancônicos se faz de forma ascendente em direção à superfície durante o pôr do Sol e ao raiar da aurora e de maneira descendente por volta do meio do período noturno e após o nascer do dia, sendo a luz seu maior estímulo. Essas migrações também podem ser realizadas baseadas nas características hidrológicas e de temperatura da coluna d'água.

Em áreas estuarinas, a principal variação da composição do zooplâncton depende do fluxo das marés, sendo necessário coletas em períodos de 24 horas para melhores estimativas (McLusky, 1989).

Dentre os ecossistemas 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 Nordeste do Brasil, haja vista a publicação de vários trabalhos desde 1972. Apesar de toda sua importância, os estuários adjacentes ao Canal de Santa Cruz são diretamente afetados pelos resíduos industriais e urbanos, que condicionam o aparecimento de áreas impactadas, provocando um acentuado desequilíbrio neste ecossistema (Macedo, Flores-Montes & Lins, 2000).

Desta forma, o conhecimento da dinâmica da comunidade zooplancônica de Itamaracá (Pernambuco – Brasil) é de grande relevância, por contribuir para um maior conhecimento de um dos mais importantes ecossistemas estuarinos do ponto de vista socio-econômico para o Estado de Pernambuco (Gusmão, Neumann-Leitão, Schwamborn, Silva & Silva, 2004), onde grande parte da população da área depende da pesca.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo verificar a variação diurna e noturna da comunidade zooplancônica, além de observar a variação da composição da comunidade zooplancônica ao longo de um ciclo de maré.

MATERIAL E MÉTODOS

O Canal de Santa Cruz é um braço de mar com 22 km de extensão e largura que varia de 0,6 a 1,5 km. 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 os prados de fanerógamas de Itamaracá

(Schwamborn & Bonecker, 1996). Além dos arrecifes, algas calcáreas (*Halimeda* sp.) são abundantes, compondo boa parte do sedimento (Kempf, Mabesoone & Tinoco, 1970).

O sistema estuarino de Itamaracá pode ser classificado segundo Medeiros & Kjerfve (1993), como tipo estuário-lagoa (tipo1), por apresentar um fluxo líquido de águas dirigidas para o mar (da superfície ao fundo) e um transporte de sais predominantemente à montante, dominado por processos difusivos.

A área apresenta clima tropical úmido, com duas estações bem marcadas, uma seca (de setembro a fevereiro) e uma chuvosa (de março a agosto).

DADOS ABIÓTICOS

Os dados de salinidade e temperatura foram obtidos simultaneamente às coletas de plâncton. Os valores de salinidade foram aferidos por meio de condutivímetro da marca WTW, calibrado pelo método de Mohr-Knudsen, como descrito por Strickland & Parsons (1965). A temperatura superficial da água foi medida por meio de termômetro digital.

Os dados referentes às marés, amplitude e horário, foram obtidos na tábua de marés publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha (DHN) para os dias de coleta. Foram utilizados os dados referentes ao porto do Recife, visto que as áreas apresentam marés semi-diurnas, apresentando uma defasagem de apenas 8 minutos, não sendo considerado como uma diferença marcante.

COLETA DO MACROZOOPLÂNCTON

As amostras do macrozooplâncton foram coletadas no canal de Santa Cruz – PE, numa estação fixa, localizada entre a desembocadura sul e a linha de recifes. Este local sofre influência alternada das águas do canal e da plataforma costeira adjacente, em função da maré predominante (Figura 1). As coletas foram realizadas na lua cheia (maré de sizígia) do mês de março de 2001, correspondendo aos dias 10 e 11, durante os picos de maré preamar (PM) diurna e noturna e baixamar (BM) diurna e noturna, durante dois ciclos nictemerais (dois ciclos de maré) consecutivos (Tabela 1).

Foram realizados arrastos horizontais sub-superficialmente, durante 3 minutos, com o barco em deslocamento de 2 a 3 nós. Foi utilizada uma rede de plâncton cônica, de náilon, com 300 μm de abertura de malha, 0,60 m de diâmetro de boca e 3 m de comprimento, tendo um fluxômetro acoplado à boca. Após a coleta, cada amostra de plâncton foi colocada em um frasco plástico devidamente etiquetado, com capacidade aproximada de 500 mL, onde foi fixada com formol a 4% e neutralizada com bórax ($5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$), de acordo com a técnica descrita por Newell & Newell (1963).

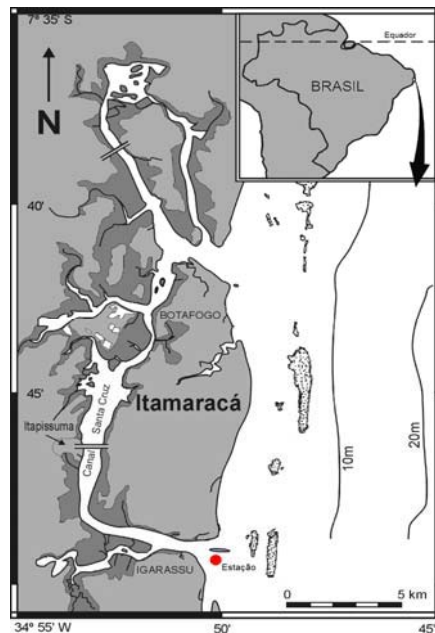


Figura 1 - Localização da área estudada e da estação de amostragem, Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco (em vermelho). (Mapa: Schwamborn, 2004).

Tabela 1 - Código, data, horário, período e maré das amostras coletadas na desembocadura sul do Canal de Santa Cruz, durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

<i>Código</i>	<i>Data</i>	<i>Horário</i>	<i>Período</i>	<i>Maré</i>
00h13 BM	10/3/2001	00h13	Noturno	BM
4h50 PM	10/3/2001	04h50	Noturno	PM
10h57 BM	10/3/2001	10h57	Diurno	BM
16h48 PM	10/3/2001	16h48	Diurno	PM
23h36 BM	10/3/2001	23h36	Noturno	BM
5h11 PM	11/3/2001	5h11	Noturno	PM
11h37 BM	11/3/2001	11h37	Diurno	BM
17h13 PM	11/3/2001	17h13	Diurno	PM
23h17 BM	11/3/2001	23h17	Noturno	BM

PROCESSAMENTO DO MATERIAL BIOLÓGICO EM LABORATÓRIO

Em laboratório, foi realizada a contagem do número total de taxa, baseando-se na unidade de grandes grupos para o macrozooplâncton e na menor unidade taxonômica possível para os Copepoda. Para a análise quali-quantitativa, cada amostra foi colocada em um béquer, adicionando-se 2000 mL de água para diluição. Das amostras onde havia alta densidade de organismos foram retirados 50 mL após a diluição, sendo novamente diluída para volumes diversos entre 200 e 500 mL, de acordo com quantidade de organismos.

Em seguida a amostra foi homogeneizada, retirando-se três subamostras de 5,0 mL, com reposição, com o auxílio de uma pipeta tipo “Stempel” e vertida em uma placa de contagem do tipo Bogorov, analisada em estereomicroscópio composto, sendo os organismos manipulados com o auxílio de estiletos. Para identificação de estruturas morfológicas de caráter sistemático essenciais à identificação dos Copepoda, foram realizadas dissecações, sendo as partes dissecadas observadas em microscópio composto.

Na identificação dos organismos zooplancctônicos foram consultadas, entre outras, as seguintes obras: Tregouboff & Rose (1957), Björnberg (1981) e Boltovskoy (1981; 1999).

TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

A densidade dos organismos (ind.m^{-3}) foi calculada seguindo a fórmula $D = n.V_f^{-1}$, onde (n) é o número total de organismos de cada táxon na amostra e (V_f) Volume total de água filtrado. A abundância relativa foi calculada de acordo com a fórmula $Ar = N.100.Na^{-1}$, onde (N) Densidade total de organismos de cada táxon nas amostras e (Na) Densidade total de organismos nas amostras, com os valores expressos em percentagem e obedecendo a seguinte classificação: Dominante ($>70\%$), abundante ($70-40\%$), pouco abundante ($40-20\%$) e raros ($\leq 20\%$). A frequência de ocorrência (F) foi calculada por meio da fórmula $F = Ta.100.TA^{-1}$, onde: (Ta) Número de amostras em que o táxon ocorre e (TA) Total de amostras. Os resultados, apresentados em percentagem, são considerados: muito freqüente ($>70\%$); freqüente ($70-40\%$); pouco freqüente ($40-20\%$), esporádico ($\leq 20\%$).

O índice de diversidade de Shannon foi aplicado para estimar a diversidade da comunidade (Shannon, 1948) e o índice de equitabilidade foi calculado segundo Pielou (1966).

As análises estatísticas foram baseadas nos dados de densidade (ind.m^{-3}), com auxílio do programa PRIMER 5 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research), para testar a similaridade entre as amostras. Também foi realizado o teste-t para verificar diferenças entre as marés (preamar e baixa-mar) e os períodos do dia (diurna e noturna).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DADOS ABIÓTICOS

TEMPERATURA SUPERFICIAL DA ÁGUA

A temperatura superficial da água durante os dias de coleta variou com o horário do dia, com um valor mínimo de 29°C durante a preamar às 04h50 e com um valor máximo de $30,5^{\circ}\text{C}$ durante a baixa-mar às 10h57, ambas no dia 10/03/2001. Na Figura 2, observa-se que essa temperatura

possui um padrão ao longo do dia, com um aumento do início da manhã até ao meio dia, seguido de uma gradual diminuição, de acordo com o ritmo de intensidade solar.

A temperatura é um dos principais fatores que controlam a distribuição e a atividade dos organismos, agindo diretamente sobre a reprodução, crescimento e suas distribuições e alterando, de forma indireta, características da água como densidade, viscosidade, solubilidade de oxigênio e afetando na flutuabilidade, locomoção e respiração dos organismos aquáticos (Day Jr., Hall, Kemp & Yáñez Arancibia, 1989). O padrão de temperatura observado deve afetar a distribuição das espécies ao longo do dia na área estudada, apesar das flutuações serem mínimas. Essa pequena variação de temperatura é comum em estuários tropicais, como é o caso do canal de Santa Cruz (Porto-Neto, 1998; Galdino, 2004).

As variações da temperatura em áreas tropicais são mais acentuadas quando se considera os períodos sazonais: seco e chuvoso. Já as diferenças entre as camadas superficial e profunda são pequenas, ocorrendo eventualmente nos estuários tropicais, pouco profundos, pequena estratificação térmica; sendo, também, a variação nictemeral pouco acentuada, com valores máximos durante o período diurno (Flores Montes, 1996; Macedo, Flores-Montes & Lins, 2000).

SALINIDADE

A salinidade variou pouco durante os horários de amostragem, com valor mínimo de 35,4 durante a preamar às 04h50 e o máximo de 37,6 durante a preamar às 16h48, ambas no dia 10/03/2001 (Figura 2). Não foi observado um padrão normal, em função das marés, com salinidades altas nas preamares e menores nas baixa-mares, evidenciando pouca influência na área estudada, dos rios que desembocam no Canal de Santa Cruz.

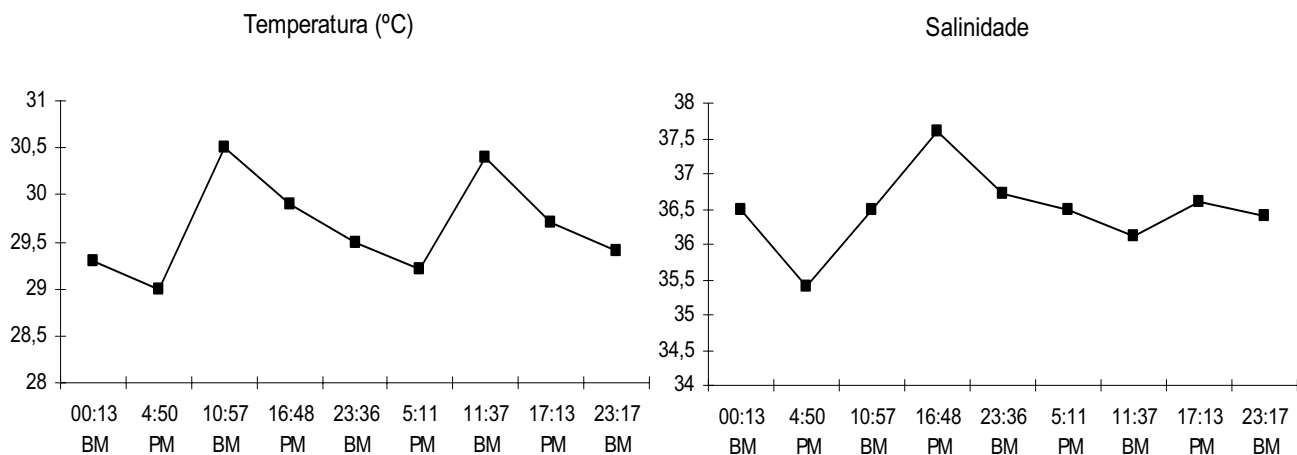


Figura 2 - Variação da temperatura (°C) e salinidade nos respectivos horários de coleta, desembocadura sul do Canal de Santa Cruz (Orange) durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

Os valores obtidos permitem caracterizar o ambiente como eualino, corroborando Macedo, Flores-Montes & Lins (2000), que afirmam que o Canal de Santa Cruz é caracterizado por regimes de salinidade que variam do eualino ao mesoalino.

MARÉ

A amplitude média observada durante o período de coleta foi de 2,5 m, com pico máximo de 2,5 m às 16h41 do dia 10 de março de 2001 e pico mínimo de -0,2 m às 22h58 do mesmo dia (Figura 3). Essa grande variação está relacionada à maré de sizígia ocorrente no período. O ambiente estuarino apresenta uma dinâmica complexa, que varia de acordo com a geomorfologia da área, força e direção das correntes e intensidade dos fluxos marinho e fluvial. A presença da Coroa do Avião, banco de areia que vem se transformando em ilha, próximo à área estudada pode estar influenciando a dinâmica das marés, alterando o ciclo normal de seis horas; contudo, estudos detalhados sobre este aspecto são necessários.

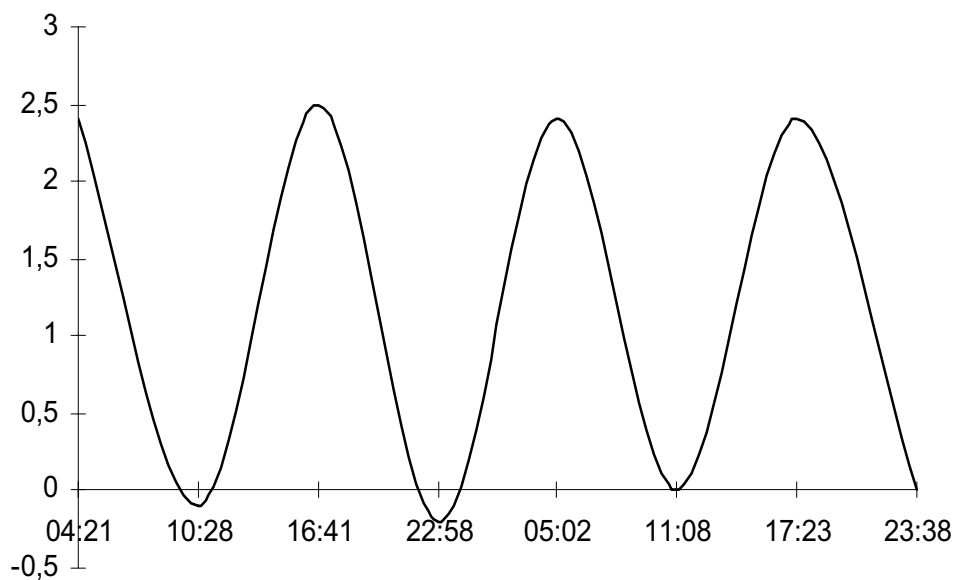


Figura 3 - Variação da altura da maré durante os dias 10 e 11 de março de 2001. Nível de maré segundo a tábua de marés para o ano de 2001 (Porto do Recife).

ASPECTOS QUALI-QUANTITATIVOS

SINOPSE TAXONÔMICA

O Macrozooplâncton esteve representado pelos Filos Sarcomastigophora, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Crustacea, Chaetognatha, Echinodermata e Chordata. Foram observados 48 taxa, com domínio de Copepoda, larvas de Crustacea Decapoda e Chaetognatha. Para as amostras de preamar foram identificados 40 taxa e, para as amostras de baixa-mar, 26 taxa.

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

A Tabela 2 apresenta a frequência de ocorrência do macrozooplâncton na área estudada.

Tabela 2 - Composição e frequência de ocorrência (FO) do zooplâncton coletado no Canal de Santa Cruz (orange): ****Muito freqüente; ***Freqüente; **Pouco freqüente; *Esporádico.

Taxa	FO	Taxa	FO
FORAMINIFERA	22,2% **	Cirripedia (náuplio)	88,9% ****
CNIDARIA		Cirripedia (cípris)	33,3% **
Hydrozoa (pólipo)	22,2% **	Decapoda	
Hydromedusa	44,4% ***	<i>Lucifer faxoni</i> (♀)	88,9% ****
<i>Liriope</i> sp.	11,1% *	<i>Lucifer faxoni</i> (♂)	55,5% ***
MOLLUSCA		<i>Lucifer</i> sp. (protozoa)	88,9% ****
Gastropoda (Larva)	100% ****	<i>Lucifer</i> sp. (mísis)	100% ****
ANNELIDA		Caridea (zoea)	77,8% ****
Polychaeta (Larva)	44,4% ***	Alpheidae (zoea)	44,4% ***
CRUSTACEA		Peneaeidae (protozoa)	11,1% *
Crustacea (náuplios)	33,3% **	<i>Upogebia</i> sp.	66,6% ***
Ostracoda	11,1% *	Anomura (zoea)	22,2% **
Calanoida		Porcellanidae (zoea)	88,9% ****
<i>Nannocalanus minor</i>	22,2% **	Paguridae (zoea)	22,2% **
<i>Paracalanus aculeatus</i>	22,2% **	Paleomonidae	11,1% *
Paracalanidae (outros)	11,1% *	Dromiidae	11,1% *
<i>Centropages furcatus</i>	22,2% **	Hippolitidae	11,1% *
<i>Pseudodiaptomus</i>	88,9% ****	Brachyura (zoea I)	100% ****
<i>Temora turbinata</i>	88,9% ****	Brachyura (zoea II)	88,9% ****
<i>Labidocera fluviatilis</i>	44,4% ***	Brachyura (zoea III)	66,6% ***
<i>Labidocera nerii</i>	11,1% *	Brachyura (megalopa)	22,2% **
<i>Calanopia americana</i>	33,3% **	Stomatopoda (antizoea)	11,1% *
<i>Acartia lilljeborgi</i>	100% ****	Cumacea	22,2% **
Cyclopoida		Isopoda	11,1% *
<i>Oithona hebes</i>	11,1% *	Mysidacea	11,1% *
Harpacticoida		Gammaridea	55,5% ***
<i>Microsetella rosea</i>	11,1% *	CHAETOGNATHA	88,9% ****
<i>Euterpina acutifrons</i>	11,1% *	ECHINODERMATA	11,1% *
<i>Longipedia</i> sp.	11,1% *	CHORDATA	
<i>Eudactylopus</i> sp.	11,1% *	Appendicularia	55,5% ***
Poecilostomatoida		Teleostei (Ovos)	44,4% ***
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	33,3% **	Teleostei (Larvas)	55,5% ***
<i>Farranula gracilis</i>	11,1% *	Teleostei (Juvenil)	22,2% **
Monstrilloida			
<i>Cymbasoma</i> sp.	11,1% *		

Em relação aos Copepoda, observa-se que, dentre os Calanoida, destacaram-se como muito freqüentes: *Acartia lilljeborgi*, presente em todas as amostras; *Temora turbinata* e *Pseudodiaptomus acutus* com 88,89%. Apenas *Labidocera fluviatilis* (44,44%) foi considerada freqüente, enquanto *Calanopia americana* (33,33%), *Paracalanus aculeatus* (22,22%), *Centropages furcatus* (22,22%),

Nanocalanus minor (22,22%) foram pouco freqüentes e outros *Paracalanidae* e *Labidocera nerii*, ambos com 11,11%, foram considerados raros.

A ordem Poecilostomatoida foi representada por *Corycaeus giesbrechti*, pouco freqüente com 33,33%, e *Farranula gracilis* com 11,11%, sendo considerada esporádico.

A ordem Harpacticoida, representada por *Euterpina acutifrons*, *Microsetella rosea*, *Longipedia* sp. e *Eudactylopus* sp., junto com *Oithona hebes* (Cyclopoida) e *Cymbasoma* sp. (Monstrilloida) foram esporádicas, todas com apenas 11,11% de ocorrência.

Dentre os demais grupos zooplancônicos destacaram-se como muito freqüentes mísis de *Lucifer* sp., zoea I de Brachyura e Heteropoda, presentes em todas as amostras, protozoa de *Lucifer* sp., *Lucifer faxoni* (♀), zoea de Porcellanidae, zoea II de Brachyura, náuplios de Cirripedia e Chaetognatha, todas com 88,89% de ocorrência, além das zoea de outros Caridea (77,78%).

ABUNDÂNCIA RELATIVA

Dentre os grupos mais abundantes, observou-se zoea I de Brachyura como dominante em duas amostras, 17h13 PM e 10h57 BM, abundante nas amostras das 04h50 PM, 16h48 PM e 11h37 BM e pouco abundante nas demais amostras. *Acartia lilljeborgi* foi considerada abundante nas amostras 23h36 BM e 05h11 PM, e rara nas amostras 16h48 PM e 17h13 PM, sendo pouco abundante nas demais amostras. *Temora turbinata* foi pouco dominante em duas amostras, 00h13 BM e 23h17 BM, sendo rara nas demais. Todos os demais organismos foram considerados raros em todas as amostras (Figura 4).

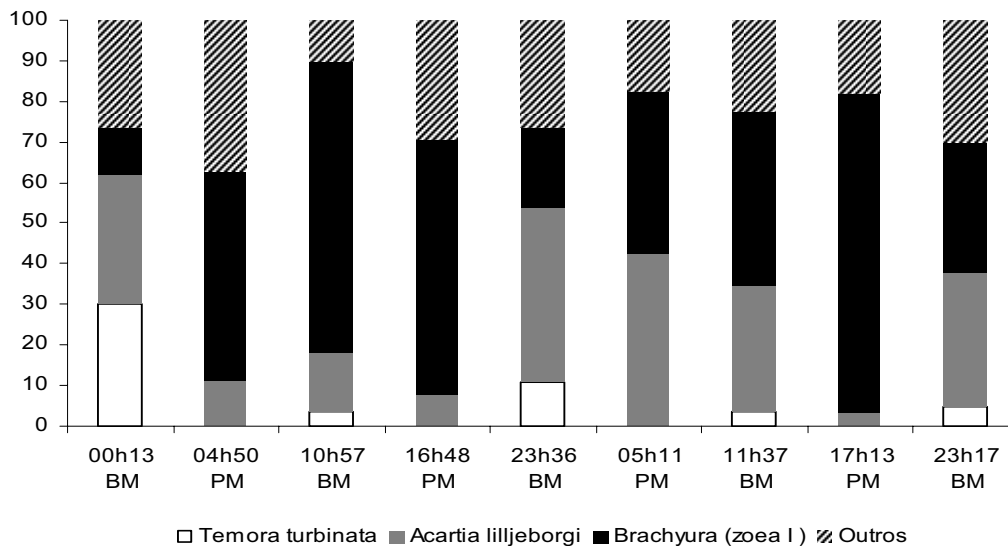


Figura 4 - Abundância relativa do zooplâncton no Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

Quando se considera a abundância relativa total, Copepoda foi o grupo dominante com 42,02% dos organismos, seguido pelo estágio inicial de Brachyura (38,80%) e, ainda, com densidades bastante inferiores, por zoea II de Brachyura, Chaetognatha e *Lucifer faxoni* (♀), com 2,61%, 2,27% e 1,90%, respectivamente (Figura 5).

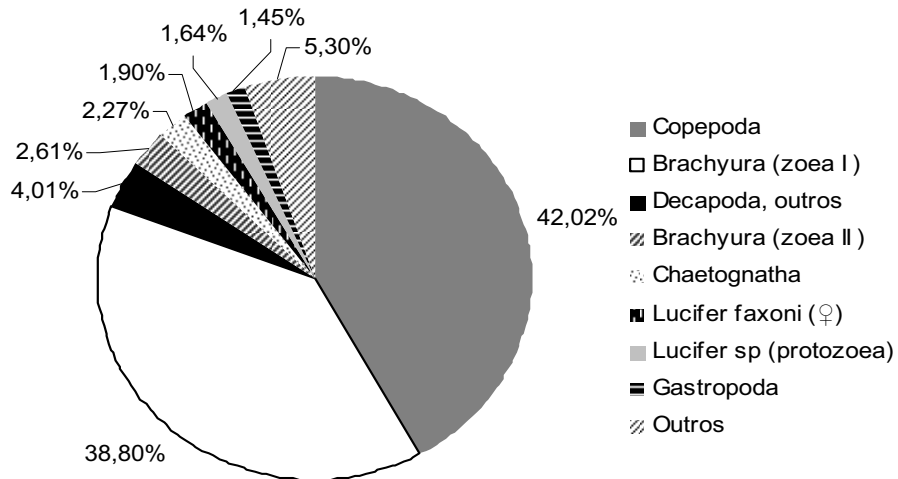


Figura 5 - Composição da comunidade zooplânctônica no Canal de Santa Cruz, durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

DENSIDADE

A densidade média na baixa-mar foi cerca de três vezes maior que na preamar. Segundo Melo Júnior (2005), os organismos do zooplâncton que habitam ambientes com influência das marés têm como pré-requisito uma sincronização das atividades de migração vertical, o que justifica essa grande diferença entre as densidades. Quanto ao período do dia não foi observada uma variação muito grande entre as densidades médias (Figura 6).

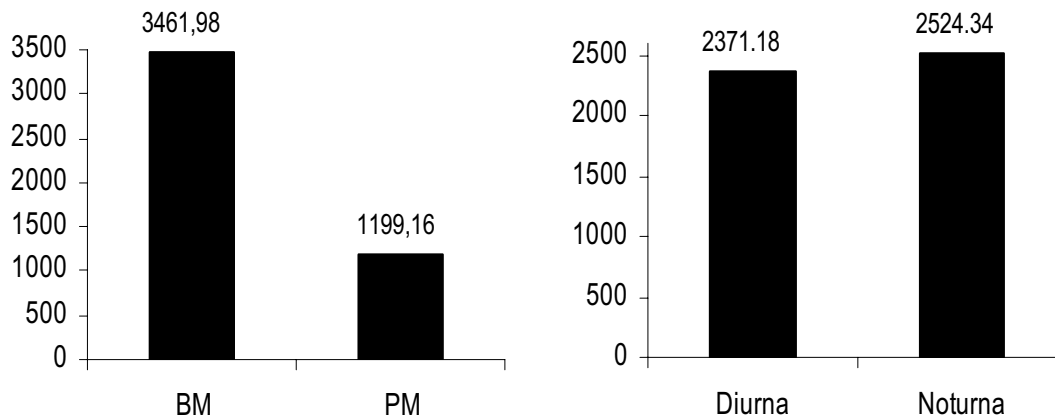


Figura 6 - Densidade média (ind.m⁻³) quanto à maré (esquerda) e período do dia (direita), do macrozooplâncton no Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

Quanto ao tempo de permanência no ambiente pelágico, as amostras da baixa-mar apresentaram 55,24% de organismos holoplanctônicos e 44,76% de organismos meroplanctônicos. Enquanto que, as amostras da preamar apresentaram-se de forma inversa, com os organismos meroplanctônicos superando quantitativamente os organismos holoplanctônicos, sendo responsáveis por 60,75% e 39,25%, respectivamente (Figura 7).

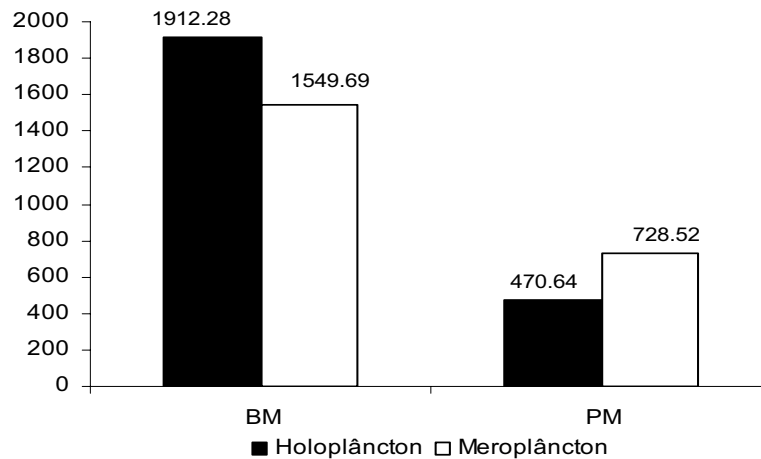


Figura 7 - Densidade média (ind. m⁻³) do zooplâncton durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM) no Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

A dominância de organismos holoplanctônicos é uma característica da população zooplanctônica estuarina, fato descrito por vários autores para diversos estuários ao longo da costa brasileira (Tundisi, 1970; Matsumura-Tundisi, 1972; Schwamborn & Bonecker, 1996; Porto-Neto, 1998; Paranaguá, Nascimento-Vieira, Gusmão, Neumann-Leitão & Schwamborn, 2004; Silva, Neumann-Leitão, Schwamborn, Gusmão & Nascimento-Vieira, 2003; dentre outros). Este fato foi confirmado para a maioria das amostras presentemente estudadas; entretanto, durante a preamar, provavelmente pela grande migração de *Brachyura* (meroplâncton) do canal para a área de coleta, houve uma alteração desse padrão. Tundisi (1970) e Day Jr., Hall, Kemp & Yáñez Arancibia (1989) mencionam que, em determinados períodos, há nos estuários o predomínio do meroplâncton, geralmente associado ao período reprodutivo.

Muitos estudos sobre fauna planctônica de estuários têm mostrado que a quantidade de espécies pode variar de uma região para outra, mas a predominância numérica dos Copepoda é característica nos estuários brasileiros, representando mais de 70% dos organismos do macrozooplâncton (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 1968; Neumann-Leitão, 1995; Paranaguá, Nascimento-Vieira, Gusmão, Neumann-Leitão & Schwamborn, 2004).

Na região estuarina de Itamaracá, essa dominância foi confirmada em trabalhos como Paranaguá & Nascimento (1973), Paranaguá, Nascimento & Macêdo (1979), Nascimento (1980), Por & Almeida-Prado (1982), Paranaguá & Nascimento-Vieira (1984), Silva (1997), Porto-Neto (1998), Silva, Neumann-Leitão, Schwamborn, Gusmão & Nascimento-Vieira (2003), Galdino (2004) e Melo *et al.* (2005).

Foi observada uma alta densidade do estágio inicial de *Brachyura* (zoea I), com picos de até 3.925,23 ind.m⁻³ durante a baixa-mar às 10h57 do dia 10 de março (Figura 8). Pelo menos 85% das zoea encontradas nas amostras pertenciam a este estágio. Altas abundâncias numéricas de zoeas de *Brachyura* são típicas de estuários com manguezais (Dittel & Epifanio, 1990; Schwamborn & Bonecker, 1996). Esses valores podem indicar um período reprodutivo recente, com a liberação das larvas durante a lua cheia para fora do canal de Santa Cruz, para a região próxima a linha de recifes, área das coletas do presente estudo, como sugerido por Silva (2002). Esta exportação das zoeas para a plataforma continental ocorre durante a noite na maré vazante, quando a força da correnteza é maior (Schwamborn & Bonecker, 1996), justificando as altas densidades observadas principalmente nas baixa-mares diurnas, na maré seguinte, na área costeira adjacente. Posteriormente, as megalopas retornam ao ecossistema manguezal onde vivem os adultos, sendo esse padrão de migração comumente utilizado para diminuir a predação das larvas nos estuários (Schwamborn, 1997).

Picos sazonais de alguns Decapoda podem mudar os padrões temporariamente, e muitas espécies de *Brachyura*, *Caridea* e *Sergestoida* podem ser registradas como dominantes em estuários da costa brasileira (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 1968; Neumann-Leitão, 1995; Schwamborn, 1997; Paranaguá, Nascimento-Vieira, Gusmão, Neumann-Leitão & Schwamborn, 2004).

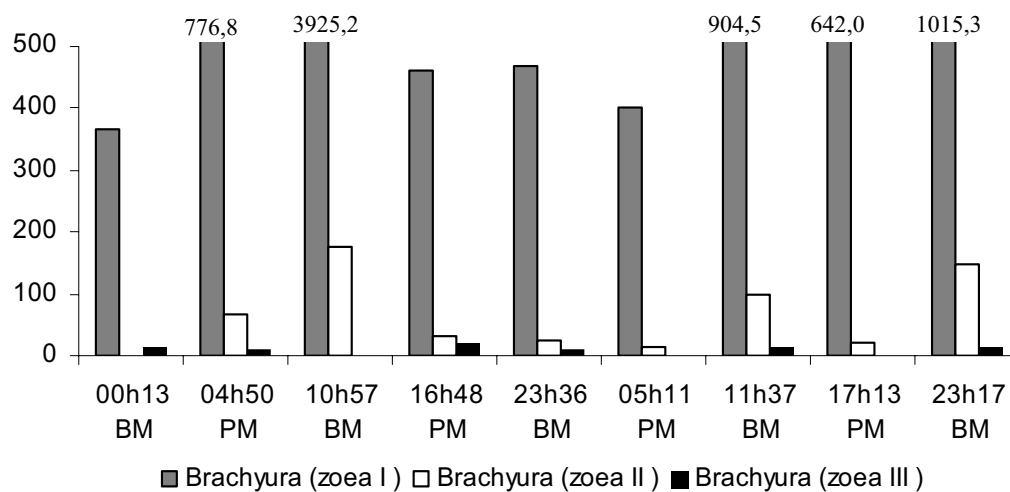


Figura 8 - Densidade (ind. m⁻³) dos *Brachyura* no Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

Dentre os Copepoda, durante a baixa-mar foi evidenciado um predomínio de *Acartia lilljeborgi*, com média de 1029,26 ind.m⁻³ (Figura 9). Esta é uma espécie indicadora de águas costeiras e que suporta uma ampla variação de salinidade, ocorrendo em todos os estuários do Brasil (Neumann-Leitão, 1994), sendo freqüentemente dominante entre os copepoda estuarinos. Silva, Neumann-Leitão, Schwamborn, Gusmão & Nascimento-Vieira (2003), também observaram esse predomínio no canal de Santa Cruz.

Temora turbinata, com média de 221,54 ind.m⁻³, foi a segunda espécie mais representativa para a baixa-mar. Esta espécie tem grande ocorrência em todo o globo, sendo mais freqüente em águas costeiras e estuarinas (Björnberg, 1981). *Pseudodiaptomus acutus* apresentou uma média de 49,07 ind.m⁻³. Esta é uma espécie muito numerosa e em águas de baías e manguezais, desde a desembocadura do rio Amazonas até a costa sul do Brasil (Björnberg, 1981).

Para a preamar também houve um predomínio de *Acartia lilljeborgi*, com média de 338,70 ind.m⁻³, representando 91,78% dos Copepoda. *Pseudodiaptomus acutus* foi a segunda espécie mais representativa com média de 10,84 ind. m⁻³ (Figura 9).

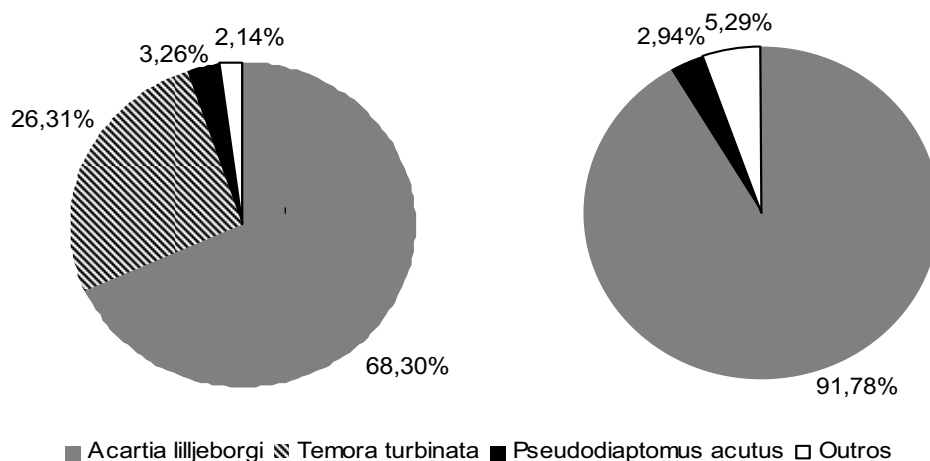


Figura 9 - Composição dos Copepoda na baixa-mar (esquerda) e preamar (direita), no Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

Labidocera fluviatilis apresentou média de 4,44 ind.m⁻³. Essa espécie é numerosa e bastante comum em águas costeiras e estuarinas de regiões tropicais e subtropicais da costa sulamericana (Björnberg, 1981).

Em ambas as marés, foi observado uma grande quantidade de copepoditos de *Acartia lilljeborgi* e *Pseudodiaptomus acutus*, esta última apresentando ainda indivíduos com sacos ovígeros, evidenciando área favorável ao desenvolvimento dessas espécies.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE E EQÜITABILIDADE

A diversidade de espécies nas amostras variou de baixa a média, com máximo de 2,613 bits.ind⁻¹ e mínimo de 1,131 bits.ind⁻¹, nas amostras das 23h17 BM e 17h13 PM, respectivamente. Outros estudos em estuários pernambucanos mostram valores próximos a estes, podendo também apresentar valores maiores que 3 bits.ind⁻¹ em alguns casos (Figura 10). Segundo Neumann-Leitão (1994) as diversidades mais baixas ocorrem, geralmente, em períodos reprodutivos de determinadas espécies quando uma única espécie passa a dominar a comunidade.

Quanto à equitabilidade, na maior parte das amostras os valores foram maiores que 0,5 ou estiveram muito próximos a esse valor, demonstrando uma equitatividade média das amostras. Também pôde ser observado que as amostras diurnas, quando comparadas com as noturnas, apresentaram-se menos equitativas, com valores mais distantes de 0,5, como a estação 17h13 PM, com equitabilidade de 0,273 (Figura 10), evidenciando o predomínio de uma ou poucas espécies.

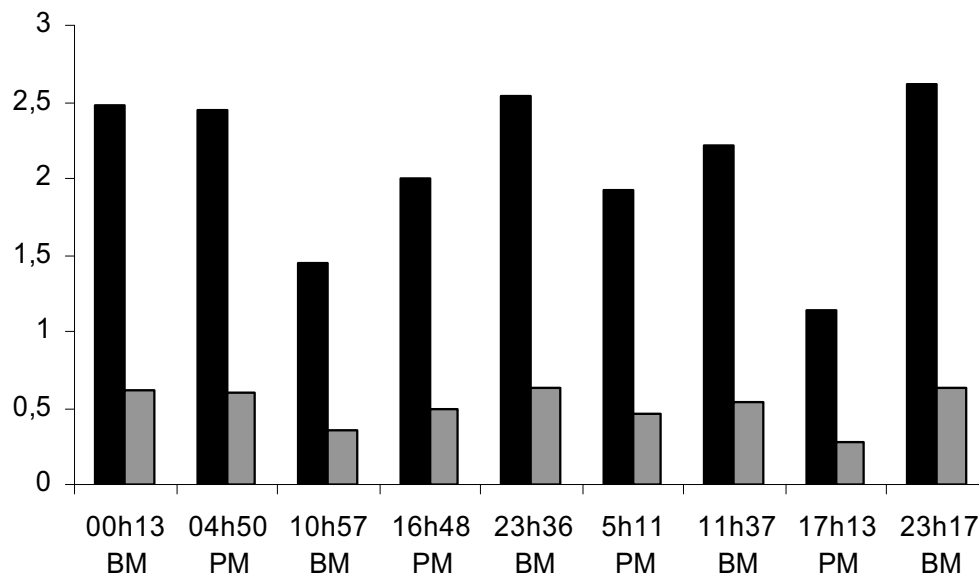


Figura 10 - Diversidade (bits.ind⁻¹) e Equitabilidade do zooplâncton no Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste-t realizado para comparação das médias das amostras quanto às marés, mostrou a existência de uma diferença significativa entre a baixa-mar e preamar ($p=0,04$). Essa diferença na densidade se faz por uma maior ou menor influência da maré, alterando características importantes na distribuição das espécies, sendo registrado, na baixa-mar, uma densidade muito maior e uma diversidade menor.

Quanto ao período do dia, não foi observada diferença significativa entre as amostras diurnas e noturnas ($p=0,88$).

O Cluster feito para análise de similaridade entre as amostras (Figura 11), demonstrou um forte agrupamento entre as amostras de baixa-mar, diferenciando-as das amostras de preamar, como observado no teste-t.

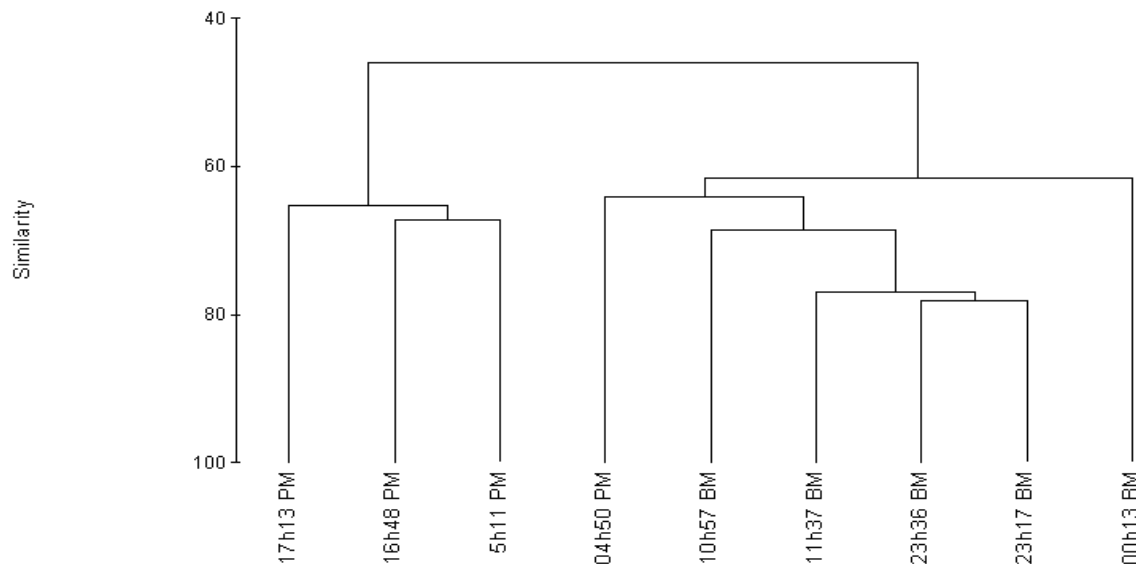


Figura 11 - Similaridade das amostras de macrozooplâncton na desembocadura sul do Canal de Santa Cruz (Orange), durante os dias 10 e 11 de março de 2001. Índice: Bray e Curtis.

É interessante observar que a maré teve um forte papel estruturador no macrozooplâncton favorecendo, na baixa-mar, a reprodução e, na preamar, a diversidade, quando espécies marinhas costeiras são introduzidas na área. Por outro lado, a variação nictemeral parece afetar mais as larvas de Decapoda, liberadas geralmente à noite (Dittel & Epifanio, 1990), não havendo diferenças significativas para o restante da comunidade zooplancônica, principalmente os Copepoda.

CONCLUSÕES

Foram identificados 48 taxa, 40 na preamar e 26 na baixa-mar, com domínio de Copepoda, larvas de Crustacea Decapoda e Chaetognatha.

Ocorre a dominância de organismos holoplanctônicos na baixa-mar, característica de população zooplancônica estuarina. Na preamar há uma alteração desse padrão, pela grande migração de *Brachyura* para a plataforma adjacente.

As altas densidades observadas principalmente nas baixa-mares diurnas evidenciam a exportação das zoeas para a plataforma continental durante a noite na maré vazante.

Houve variação significativa entre as densidades médias nas duas marés, com a baixa-mar favorecendo a reprodução e a preamar a diversidade.

Não foi observada variação na densidade do zooplâncton quanto ao período do dia, evidenciando a maré como fator estruturador do macrozooplâncton.

REFERÊNCIAS

- Björnberg, T.K.S. (1981). Copepoda In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata, 936 p.
- Boltovskoy, D. (1981). *Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajos com el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata, 936 p.
- Boltovskoy, D. (1999). *South Atlantic Zooplankton*. Leiden: Backhuys Publishers, 2 vol., 1706p.
- Bougis, P. (1974). *Ecologie du plancton marin*. Tome II- Le zooplancton. Masson et Cie., Paris: 200p.
- Day Jr., J.W., Hall, C.A.J., Kemp, W.M. & Yáñez Arancibia, A. (1989). *Estuarine Ecology*. New York: J. Willey. 556 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. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 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. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* p.129-140.
- DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. (2001). *Tábuas de marés para o ano de 2001 (Porto do Recife)*. Ministério da Marinha, Rio de Janeiro.
- Flores Montes, M.J. (1996). *Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE*. [Dissertação de Mestrado]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco.
- Fraser, J. (1962). *Nature adrift: the story of marine plankton*. London: G. T. Foulis.
- Galdino, T.S. (2004). *Zooplâncton Estuarino nas desembocaduras Norte e Sul do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE*. [Monografia de Bacharelado]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco.

- Gusmão, L.M.O., Neumann-Leitão, S., Schwamborn, R., Silva, A.P. & Silva, T.A. (2004). O fluxo dinâmico do macrozooplâncton do canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. In: *XXV Congresso Brasileiro de Zoologia* (pp. 440-441). Brasília: Anais do CBZ.
- Kempf, M., Mabesoone, J.M. & Tinoco, I.M. (1970). Estudo da plataforma continental da área do Recife; I - Generalidades sobre o fundo. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE*. 12: 341-344.
- Longhurst, A.R. & Pauly, D. (1987). *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, San Diego, California.
- Macêdo, S.J., Flores-Montes, M. 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, p. 7-25.
- Margalef, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona: Ômega..
- Matsumura-Tundisi, T. (1972). *Aspectos ecológicos do zooplâncton da região lagunar de Cananéia com especial referência aos Copepoda (Crustacea)*. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- McLusky, D.S. (1989). *The Estuarine Ecosystem*. New York: Chapman & Hall. 2 ed. 215 p.
- Medeiros, C. & Kjerfve, B. (1993). Hydrology of a Tropical Estuarine System: Itamaracá, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 36: 495-515.
- Melo, P.A.M.C., Schwamborn, R., Pessoa, V.T., Cunha, A.G., Galdino, T., Melo Júnior, M., Neumann-Leitão, S. & Gusmão, L.M.O. (2005). Dinâmica de Dispersão de Decápodos Planctônicos no Sistema Estuarino de Itamaracá – PE (Cd-rom). In: *II Congresso Brasileiro de Oceanografia*. Vitória-ES: Anais do IICBO.
- Melo Júnior, M. (2005). *Padrões dinâmicos de transporte e migração do zooplâncton, com ênfase nos Decápoda planctônicos, da Barra de Catuama, Pernambuco – Brasil*. [Dissertação de Mestrado]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco.
- Nascimento, D.A. (1980). *Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá-Pernambuco*. [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- Neumann-Leitão, S. (1994). *Impactos antrópicos na comunidade zooplânctônica estuarina, Porto de Suape - PE – Brasil*. [Tese de doutorado]. São Carlos (SP): Universidade de São Paulo.

- Neumann-Leitão, S. (1995). Resenha literária sobre zooplâncton estuarino no Brasil. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE*. 23: 25-53.
- Newell, G.E. & Newell, R.C. (1963). *Marine plankton: na practical guide*. London: Hutchlson Educational. 221p.
- Palma, S. & Kaiser, K. (1993). *Plancton marino de águas chilenas*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, 151 pp.
- Paranaguá, M.N. & Nascimento, D.A. (1973). Estudo do zooplâncton do estuário da região estuarina de Itamaracá. *Ciência e Cultura*. São Paulo, 25(6): 198, Resumo.
- Paranaguá, M.N. & Nascimento-Viera, D.A. (1984). Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXV. Zooplâncton do rio Botafogo. *Trab. Ocean. Univ. Fed. PE*. 18:193-206.
- Paranaguá, M.N., Nascimento, D.A. & Macêdo, S.J. (1979). Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. II. Distribuição do zooplâncton no estuário do rio Igarassu. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE*. 14: 65-92.
- Paranaguá, M.N., Nascimento-Vieira, D.A., Gusmão, L.O., Neumann-Leitão, S. & Schwamborn, R. (2004). Estrutura da comunidade zooplanctônica. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M. (Org). *Oceanografia: um cenário tropical*. (pp.441-459). Recife: Bagaço/UFPE.
- Pielou, E.C. (1966). The measure of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13: 133-144.
- Por, F.D. & Almeida Prado, M.S. (1982). The polyhaline mangal of Itamaracá (Pernambuco), characterized by a student workshop in september, 1981. In: *Simpósio Internacional sobre Utilização e Ecossistemas Costeiros: Planejamento, Poluição e Produtividade*, Rio Grande, RS. Resumo. 5(2): 99.
- Porto-Neto, F. (1998). *Variação nictemeral e sazonal do zooplâncton no canal de Santa Cruz, Itamaracá – PE*. Recife. [Dissertação de Mestrado]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco.
- Ricklefs, R.E. (2003). *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- 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. *Arq. Biol. Tecnol.* 39(2): 451-462.

- Schwamborn, R. (1997). *Influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in northeast Brazil*. [Ph.D. Thesis]. Bremen: University of Bremen.
- Schwamborn, R., Ekau, W., Silva, A.P. & Sait-Paul, U. (1999). The contribution of estuarine decapod larvae to marine zooplankton communities in North-East Brazil. *Archive of Fishery and Marine Research*. 47: 167-182.
- Schwamborn, S. H. L. (2004). *Dinâmica e organização trófica em comunidade de peixes associada aos prados de capim marinho (Halodule wrightii) de Itamaracá, Pernambuco*. [Tese de Doutorado], Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
- Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bol. Syst. Tech. J.* 27: 379-423.
- Silva, A.P. (1997). *Diversidade, produtividade e dinâmica do microzooplâncton na desembocadura sul do canal de Santa Cruz, Itamaracá - Pernambuco (Brasil)*. [Monografia de Licenciatura]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco.
- Silva, A.P. (2002). *Dinâmica temporal das larvas de Brachyura no Canal de Santa Cruz, Pernambuco (Brasil), ao longo de um ciclo lunar*. [Dissertação de Mestrado]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco.
- 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. *Revta. Bras. Zool.* 20(3): 439-446.
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R. (1965). A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 125: 1-205.
- Trégouboff, G. & Rose, M. (1957). *Manuel de planctonologie méditerranéenne*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 2 vol.
- Tundisi, J. & Matsumura-Tundisi, T. (1968). Plankton studies in a mangrove environment. V. salinity tolerances of some planktonic crustaceans. *Bol. Inst. Oceanogr.* 17(1): 57-65.
- Tundisi, J.G. (1970). O plâncton estuarino. *Contr. Avulsas Inst. Oceanogr. São Paulo, Ser. Ocean. Biol.* 19: 1-22.
- Wickstead, J.H. (1979). *Zooplankton marino*. Omega. Barcelona. ❀