INFLUÊNCIA DO CICLO LUNAR NO MACROZOOPLÂNCTON EM UM ECOSISTEMA RECIFAL NO NORDESTE DO BRASILÉrika Pinho CORREIA¹Pedro Augusto Mendes de Castro MELO¹Lucia Maria de Oliveira GUSMÃO¹Sigrid NEUMANN-LEITÃO¹

Recebido: julho/2013

Aceito em: agosto/2013

RESUMO

O macrozooplâncton foi estudado na área recifal baía de Tamandaré (PE, Brasil) com o objetivo de verificar a influência do ciclo lunar na estrutura da comunidade. Para isso, as amostras foram coletadas em três dias consecutivos na porção intermediária de cada fase lunar durante os períodos diurno e noturno. Não foram encontradas diferenças significativas na média de densidade dos organismos entre as fases da lua (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$), entre os períodos noturnos (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$) e, de modo contrário, foram encontradas diferenças

entre os períodos diurnos da lua crescente com relação às luas minguante e nova (Dunn, $p < 0,05$). Destaca-se as altas densidades de Teleostei (Ovo) e Brachyura (Zoea) durante a lua nova, sendo possível inferir que desovas desses taxa devem ocorrer nos manguezais adjacentes, ressaltando a importância desse ecossistema. O zooplâncton recifal demersal mostrou-se também importante ao incrementar a densidade e diversidade nas amostras noturnas.

Palavras chave: Fases da lua, recife, migração vertical, zoea de Brachyura.

ABSTRACT

The macrozooplankton of the reef area of Tamandaré Bay (PE, Brazil) was studied to evaluate the influence of lunar cycle on the community structure. Samples were collected on three consecutive days in the intermediate portion of each lunar phase during the day and night periods. No significant differences were found in the mean density of organisms between phases of the moon (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$) and between nighttime periods (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$), unlike, were found differences

between daytime periods of the crescent moon with respect to first quarter and new moons (Dunn, $p < 0,05$). It is noteworthy the high densities of Teleostei (Egg) and Brachyura (Zoea) during the new moon, inferring that spawns of these taxa should occur in adjacent mangroves, highlighting the importance of this ecosystem. The reef demersal zooplankton proved to be also important to increase the density and diversity in the samples overnight.

Key words: Moon phases, reef, vertical migration, Brachyura zoea.

INTRODUÇÃO

O zooplâncton de ambientes recifais forma uma comunidade específica, que difere das populações zooplanctônicas das áreas pelágicas oceânicas circundantes em composição de espécies, em seu comportamento e abundância (SOROKIN, 1990). Com sua alta diversidade e biomassa, o zooplâncton tem papel fundamental, sendo considerado grupo "chave" e uma das maiores fontes nutritivas para as áreas recifais (EREZ, 1990), além de ser um elo importante na transferência da energia na teia alimentar, por meio da migração vertical (ANGEL, 1985; 1989).

Fatores externos, tais como intensidade de luz, estação do ano, fase dos ciclos lunar e de marés, temperatura e salinidade podem afetar o comportamento migratório (HAMMER, 1981). A

influência da intensidade luminosa sob comunidades zooplanctônicas que realizam migração vertical já foi descrita por autores como Melo et al. (2010). Estes autores encontraram diferenças significativas entre comunidades coletadas em armadilhas com e sem luz, com maior densidade encontrada nas armadilhas com luz.

Além da migração vertical, outros comportamentos de várias espécies apresentam respostas à intensidade de luz. Hernández-León (1998) e Hernández-León et al. (2001) sugeriram que a abundância zooplanctônica varia em relação à iluminação pela lua em águas subtropicais devido a mudanças que o ciclo lunar exerce na pressão de predação pelos organismos que realizam migrações verticais diárias, sendo encontrados picos de abundância próximo à lua cheia.

Diversos estudos realizados na Grande Barreira de Corais na Austrália reconhecem a luz como o fator mais importante para a comunidade zooplanctônica influenciando tanto a migração vertical diária quanto a ascendência na coluna d'água (HAMNER e CARLETON, 1979) e ainda é um determinante importante para as agregações de copépodes (AMBLER, 2002; BUSKEY et al., 1995). Ainda dentro desses estudos em ambientes recifais ficou constatado que pequenas diferenças na intensidade luminosa, como em noites com lua versus noites sem lua, podem causar mudanças na composição de comunidades zooplanctônicas que estão migrando (ALLDREDGE e KING, 1980).

Os recifes de corais constituem o mais diverso, mais complexo e mais produtivo dos ecossistemas marinhos costeiros (CONNELL, 1978). As formações recifais encontradas tipicamente na costa do Nordeste do Brasil são consideradas raras em outros locais ao redor do planeta, por não apresentarem zonas distintas, como observado em outros recifes do mundo (LEÃO et al., 1988) e são conhecidas como recifes de arenito ou "beachrocks" (MABESOONE e COUTINHO, 1970). Essas formações são ecossistemas altamente diversificados, ricos em recursos naturais e de grande importância ecológica, econômica e social (FERREIRA et al., 2001).

Desta forma, o presente estudo testou a hipótese de que há variação na densidade, abundância e diversidade da comunidade macrozooplanctônica da área recifal da baía de Tamandaré – PE ao longo de um ciclo lunar.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Tamandaré está localizado a 110 km ao sul de Recife (Pernambuco, Nordeste do Brasil) e possui aproximadamente 9 km de costa dividida em três áreas: Praia dos Carneiros, Praia de Campas e Baía de Tamandaré (MAIDA e FERREIRA, 1995), nas quais se observam uma área recifal de grande importância para o Nordeste do Brasil (Figura 1).

Um dos aspectos importantes da baía de Tamandaré é a faixa recifal, que corre paralela à praia e forma construções semelhantes a recifes de franja, com uma lagoa relativamente profunda (até 8 m) (MAIDA e FERREIRA, 1995). A faixa recifal tem grande influência na hidrodinâmica da baía de Tamandaré, pois forma uma barreira impedindo uma maior influência marinha no ambiente (MOURA, 1991).

A área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais, que tem o objetivo de proteger os recifes relativamente bem preservados da costa entre Tamandaré (estado de Pernambuco) e Paripueira (estado de Alagoas), no litoral do Nordeste brasileiro (MAIDA e FERREIRA, 2004) e foi a primeira unidade de conservação federal a ser criada com essa finalidade, sendo a maior unidade de conservação marinha brasileira (FERREIRA e MAIDA, 2001; MAIDA e FERREIRA, 2004).

Figura 1. Localização da área de coleta na área recifal da baía de Tamandaré (PE, Brasil). Modificado de: Melo et al. (2010).

MATERIAL E MÉTODOS

DESENHO AMOSTRAL

Foram realizados arrastos subsuperficiais utilizando uma rede cônica de plâncton com 500 μm de abertura de malha (40 cm de abertura de boca e 1 m de comprimento). Todos os arrastos foram realizados durante o período seco (novembro e dezembro de 2010) e maré vazante, tendo uma duração de 3 minutos (cada), com o barco a uma velocidade de 2-3 nós. As amostras foram coletadas durante três dias consecutivos na porção intermediária de cada fase do ciclo lunar (crescente, cheia, minguante e nova) nos períodos diurno e noturno na área recifal da baía de Tamandaré. Duas amostras diurnas de lua cheia e duas noturnas de lua minguante não foram coletadas devido a problemas ocorridos durante a amostragem.

Após os arrastos, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos com capacidade de 250 mL, imediatamente fixadas com formol a 4% e neutralizadas com bórax (5 g L^{-1}), de acordo com a técnica descrita por Gifford e Caron (2000).

Também foram coletados dados de temperatura e salinidade. Os dados de temperatura foram obtidos na camada subsuperficial da coluna de água, através da leitura de um termômetro digital. Este instrumento permaneceu submerso por cerca de dois minutos para a estabilização e padronização em todas as estações. Para a determinação da salinidade, amostras de água foram coletadas na subsuperfície e acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade para 300 mL. No Laboratório de Oceanografia Química da UFPE, essas amostras foram processadas a partir do método Mohr-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1965).

PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

Em laboratório, foi realizada a contagem do número total de taxa da comunidade zooplânctônica, baseando-se na menor unidade taxonômica possível. Para a análise quantitativa, as amostras foram analisadas em sua totalidade devido a baixa densidade de organismos.

Cada amostra foi vertida em uma placa de contagem do tipo Bogorov, analisada em estereomicroscópio composto Zeiss, sendo os organismos manipulados com auxílio de estiletes. Para a identificação, quando necessário, os organismos foram dissecados e observados sob microscópio óptico. Durante a identificação dos organismos foram utilizadas chaves de identificação e trabalhos científicos, dentre os quais destacam-se Trégobouff e Rose (1957), Boltovskoy (1981 e 1999) e Fernandes (2006).

TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

Foram realizados cálculos de densidade de organismos, frequência de ocorrência, abundância relativa, índices de diversidade e equitabilidade.

A densidade dos organismos (org.m^{-3}) foi calculada seguindo a fórmula $D = n \cdot V_f^{-1}$, onde (n) número de organismos nas amostras e (V_f) Volume total de água filtrado. A frequência de ocorrência (FO) foi calculada através da fórmula $FO = Ta \cdot 100 \cdot TA^{-1}$, onde: (Ta) Número de amostras em que o taxa ocorre e (TA) Total de amostras. Cada taxa foi classificado de acordo com o critério: muito frequente quando $FO \geq 70\%$; frequente quando $70\% < FO \leq 40\%$; pouco frequente quando $40\% < FO < 15\%$; e raro quando $FO \leq 15\%$.

A abundância relativa (Ar) foi calculada de acordo com a fórmula $Ar = N \cdot 100 \cdot Na^{-1}$, onde (N) Densidade total de organismos de cada taxa nas amostras e (Na) Densidade total de organismos nas amostras, com os valores expressos em percentagem. A partir do resultado, cada taxa foi enquadrado em um grupo, seguindo o seguinte critério: dominante quando $Ar \geq 50\%$; abundante quando $50\% < Ar \leq 30\%$; pouco abundante quando $30\% < Ar \leq 10\%$; e raro quando $Ar < 10\%$.

O índice de diversidade de Shannon foi aplicado para estimar a diversidade da comunidade (SHANNON, 1948), onde os valores encontrados indicam: alta diversidade se $H' > 3,0 \text{ bits.org}^{-1}$, média diversidade se $2,0 < H' \leq 3,0 \text{ bits.org}^{-1}$, baixa diversidade se $1,0 < H' \leq 2,0 \text{ bits.org}^{-1}$, e muito baixa diversidade se $H' < 1,0 \text{ bits.org}^{-1}$. O índice de equitabilidade foi calculado segundo Pielou (1966), onde valores próximos a 0 indicam uma amostra como pouco uniforme e muito uniforme se próximo a 1, sendo que valores maiores que 0,5 caracterizam uma comunidade bem distribuída. Tanto o índice de diversidade de Shannon quanto o índice de equitabilidade foram calculados com auxílio do programa PRIMER 6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

Utilizando o programa BioEstat 5.0, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis e o teste *a posteriori* de Dunn para verificar diferenças da comunidade entre as fases da lua (cheia, minguante, nova e crescente) e períodos do dia (diurno e noturno). Testes de Correlação de Spearman foram realizados para verificar correlações entre a densidade de organismos com a salinidade e temperatura, utilizando o mesmo programa. Para todas as análises estatísticas valores de $p < 0,05$ foram tomados como significativos.

Tabela 1. Dados abióticos e códigos das amostras coletadas na área recifal da baía de Tamandaré durante ciclo lunar no período seco de 2010.

Data	Fase Lunar	Período	Código	Data	Fase Lunar	Período	Código
15/11/2010	Crescente	Noturno	C1_N	30/11/2010	Minguante	Diurno	M1_D
15/11/2010	Crescente	Diurno	C1_D	01/12/2010	Minguante	Noturno	M2_N
16/11/2010	Crescente	Noturno	C2_N	01/12/2010	Minguante	Diurno	M2_D
16/11/2010	Crescente	Diurno	C2_D	02/12/2010	Minguante	Diurno	M3_D
17/11/2010	Crescente	Noturno	C3_N	08/12/2010	Nova	Diurno	N1_D
17/11/2010	Crescente	Diurno	C3_D	08/12/2010	Nova	Noturno	N1_N
23/11/2010	Cheia	Diurno	Ch1_D	09/12/2010	Nova	Diurno	N2_D
23/11/2010	Cheia	Noturno	Ch1_N	09/12/2010	Nova	Noturno	N2_N
24/11/2010	Cheia	Noturno	Ch2_N	10/12/2010	Nova	Diurno	N3_D
25/11/2010	Cheia	Noturno	Ch3_N	10/12/2010	Nova	Noturno	N3_N

RESULTADOS

DADOS ABIÓTICOS

A temperatura superficial da água durante os dias de coleta variou entre 25 e 28°C, com média de 26,96°C e maiores valores encontrados durante o período diurno. Já os valores de

salinidade flutuaram entre 36 e 39, com o menor valor registrado durante o período diurno em lua crescente e o maior durante período noturno em luas minguante e nova.

Não foram encontradas correlações significativas (Spearman; $p > 0,05$) tanto para temperatura quanto para a salinidade, em relação à densidade de organismos.

COMPOSIÇÃO E DENSIDADE DE ORGANISMOS

O macrozooplâncton esteve representado pelos Filos Cnidaria, Mollusca, Annelida, Crustacea, Chaetognatha e Chordata. Foram observados 57 taxa, com domínio de larvas de Decapoda, *Lucifer faxoni* e Copepoda. As luas crescente e nova apresentaram maior riqueza (43 taxa), seguidos pela lua cheia (41 taxa) e lua minguante (33 taxa).

Não foi encontrada diferença significativa entre as médias das densidades dos organismos nas fases da lua (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$). Já com relação ao fotoperíodo, foram encontradas diferenças significativas (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$).

Avaliando-se as médias de densidade do fotoperíodo diurno foi possível verificar diferenças significativas (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). As densidades médias constatadas para este fotoperíodo durante a lua crescente foram significativamente diferentes das luas minguante e nova (Dunn; $p < 0,05$). De modo contrário, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias de densidade do fotoperíodo noturno (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$).

Comparando-se as médias de densidade dos períodos diurno e noturno de cada fase lunar, foram constatadas diferenças significativas entre as luas crescente (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$), cheia (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) e nova (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$), mesmo sem estas diferenças estarem evidentes na lua crescente como estão nas luas cheia e nova.

A Tabela 2 destaca as densidades dos organismos (org.m^{-3}) encontradas no estudo. Com relação ao fotoperíodo a média das densidades diurnas ($1,98 \pm 1,26 \text{ org.m}^{-3}$) foi menor do que as noturnas ($9,43 \pm 11,42 \text{ org.m}^{-3}$). Já com relação a fase lunar, a média da lua nova foi a maior ($10,37 \pm 14,83 \text{ org.m}^{-3}$), seguida pelas luas cheia ($8,13 \pm 3,41 \text{ org.m}^{-3}$), minguante ($2,51 \pm 1,17 \text{ org.m}^{-3}$) e crescente ($1,56 \pm 1,05 \text{ org.m}^{-3}$).

As espécies pertencentes ao grupo dos Copepoda apresentaram baixas densidades, com *Labidocera fluviatilis* apresentando a maior média ($0,23 \pm 0,61 \text{ org.m}^{-3}$). A partir dos valores encontrados não ficou clara uma relação entre a variação da densidade desses organismos e as fases do ciclo lunar, não sendo encontrada uma diferença significativa entre a densidade de Copepoda e as diferentes fases da lua (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$). Entretanto, foi encontrada uma diferença significativa para este grupo entre os períodos diurno e noturno durante a lua crescente (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$).

Destaca-se as altas densidades de Teleostei (Ovo) durante todas as fases do ciclo lunar (crescente – $0,49 \pm 0,51 \text{ org.m}^{-3}$; cheia – $0,15 \pm 0,17 \text{ org.m}^{-3}$; minguante – $0,79 \pm 1,52 \text{ org.m}^{-3}$; nova – $0,08 \pm 0,10 \text{ org.m}^{-3}$), sendo os maiores valores encontrados durante a lua nova. Do mesmo modo, Brachyura (Zoea) apresentou altos valores durante as luas cheia e nova ($2,78 \pm 1,71 \text{ org.m}^{-3}$ e $7,40 \pm 14,48 \text{ org.m}^{-3}$, respectivamente), com sua densidade nestas fases sendo até 25 vezes maior do que nas fases de lua crescente e minguante.

A maioria dos organismos pertencentes aos Decapoda apresentou maiores valores de densidade de organismos durante as luas cheia e nova. *Lucifer faxoni* apresentou a maior média de densidade neste grupo ($2,55 \pm 1,54 \text{ org.m}^{-3}$), encontrado na lua cheia.

Figura 2. Média das densidades dos organismos do macrozooplâncton em cada período do dia e fase da lua macrozooplâncton coletados na área recifal da baía de Tamandaré – PE. As letras a e b indicam diferenças significativas entres os fotoperíodos diurnos para as diferentes fases lunar. Diferenças entre os fotoperíodos diurno e noturno de mesma lua estão destacadas com (*).

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

Os taxa *Acartia lilljeborgi*, *Lucifer faxoni* e Zoa de Brachyura apresentaram as maiores frequências de ocorrência (90%) (Tabela 2). Destacam-se, ainda, Zoa de Anomura (85%), Megalopa de Brachyura (85%), Ovo de Teleostei (80%) e Thalassinidea (70%) que tiveram altos percentuais de frequência de ocorrência. Dezesesseis taxa foram considerados frequentes e quinze considerados pouco frequentes. Outros 19 taxa apresentaram frequência de ocorrência menor ou igual a 15% e foram considerados raros.

Com relação aos períodos lunares, *Acartia lilljeborgi*, *Lucifer faxoni*, Zoa e Megalopa de Brachyura apresentaram 100% de frequência de ocorrência durante as fases cheia e nova. Chaetognatha apresentou o mesmo valor somente durante a lua cheia, tendo 67% de frequência durante a lua nova.

Durante a lua crescente, Anomura (Zoa) e Teleostei (Ovo) atingiram 83% de ocorrência, com todos os outros taxa neste período apresentando valores abaixo deste. Os taxa *Acartia lilljeborgi*, *Labidocera nerii*, *Lucifer faxoni*, Zoa de Anomura e Brachyura, e Chaetognatha destacaram-se durante a lua minguante, apresentando o valor de frequência de 100%.

Nenhum taxa teve 100% de frequência de ocorrência tanto no período diurno quanto no período noturno. Dos taxa encontrados, 49 tiveram maior frequência durante o período noturno, seis durante o período diurno e Stomatopoda (Antizoea) e *Calanopia americana* apresentaram a mesma frequência nos dois períodos.

Tabela 2. Densidade média (org.m⁻³) e Frequência de Ocorrência (%) do macrozooplâncton por fase do ciclo lunar (Crescente, Cheia, Minguante e Nova) na área recifal da baía de Tamandaré – PE. Os valores representados em negrito indicam os taxa que juntos totalizaram 80% da abundância durante determinada fase lunar. (DP = Desvio Padrão; FO = Frequência de Ocorrência).

Organismos	Crescente		Cheia		Minguante		Nova		FO
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Hidromedusa	0,013	0,018	0,106	0,133	0,049	0,043	0,139	0,146	60
Siphonophora	0,000	0,000	0,022	0,027	0,017	0,020	0,113	0,259	35
Gastropoda (Larva)	0,013	0,013	0,014	0,016	0,000	0,000	0,014	0,017	45
Polychaeta (Larva)	0,002	0,005	0,009	0,011	0,000	0,000	0,003	0,007	20
Polychaeta	0,006	0,014	0,010	0,020	0,021	0,035	0,006	0,014	25
Crustacea (Náuplios)	0,014	0,028	0,010	0,007	0,008	0,016	0,000	0,000	30
<i>Undinula vulgaris</i>	0,103	0,041	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,007	15
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,007	5
<i>Paracalanus</i> sp.	0,000	0,000	0,068	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	5
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	0,015	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
<i>Acartia lilljeborgi</i>	0,071	0,109	0,219	0,144	0,131	0,071	0,218	0,134	90
<i>Centropages velificatus</i>	0,009	0,007	0,019	0,016	0,003	0,005	0,018	0,027	55
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	0,015	0,007	0,012	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	10
<i>Pseudodiaptomus</i> sp. (Copepodito)	0,015	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
<i>Temora stylifera</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,016	0,006	0,009	20
<i>Temora turbinata</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,009	0,000	0,000	5
<i>Calanopia americana</i>	0,000	0,000	0,010	0,007	0,000	0,000	0,002	0,004	20
<i>Calanopia</i> sp. (Copepodito)	0,030	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0,005	0,012	0,820	1,315	0,022	0,027	0,105	0,123	45
<i>Labidocera nerii</i>	0,000	0,000	0,142	0,164	0,133	0,046	0,060	0,069	50
<i>Pontella atlantica</i>	0,015	0,007	0,035	0,017	0,011	0,005	0,000	0,000	15
<i>Pontellopsis brevis</i>	0,015	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
<i>Farranula</i> sp.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,007	0,000	0,000	5
Monstriloida	0,000	0,000	0,014	0,007	0,018	0,009	0,017	0,007	15
Ostracoda	0,004	0,007	0,010	0,012	0,003	0,005	0,009	0,022	30
Cladocera	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,007	5
Stomatopoda	0,007	0,008	0,059	0,075	0,000	0,000	0,047	0,076	45
Stomatopoda (Antizoea)	0,010	0,024	0,003	0,006	0,000	0,000	0,005	0,008	20
Stomatopoda (Pós larva)	0,000	0,000	0,021	0,029	0,000	0,000	0,159	0,372	20
Mysidacea	0,062	0,077	0,225	0,163	0,021	0,030	0,082	0,129	50
Amphipoda	0,030	0,046	0,033	0,059	0,014	0,020	0,024	0,027	50
Caprellidae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,007	10
Isopoda	0,005	0,011	0,028	0,038	0,011	0,015	0,030	0,045	45
Tanaidacea	0,014	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
Cumacea	0,002	0,005	0,006	0,007	0,009	0,018	0,006	0,014	25
Decapoda	0,017	0,021	0,054	0,080	0,007	0,013	0,132	0,227	45
<i>Lucifer faxoni</i>	0,190	0,206	2,552	3,044	0,462	0,275	0,301	0,345	90
<i>Lucifer faxoni</i> (Mysis)	0,007	0,012	0,139	0,151	0,069	0,080	0,074	0,092	55

Continuação...

Sergestidae	0,010	0,024	0,024	0,028	0,021	0,042	0,003	0,007	25
Penaeidae (Mysis)	0,027	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
Penaeidae (Megalopa)	0,000	0,000	0,041	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	5
Caridea	0,011	0,013	0,135	0,219	0,011	0,021	0,051	0,065	50
Alpheidae	0,017	0,036	0,025	0,049	0,008	0,016	0,026	0,044	30
Hippolytidae (Juvenil)	0,014	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
Thalassinidea	0,018	0,032	0,032	0,038	0,017	0,021	0,208	0,172	70
Upogebiidae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,007	5
Palinura (Phyllossoma)	0,050	0,088	0,045	0,064	0,011	0,021	0,011	0,014	45
Anomura (Zoea)	0,030	0,028	0,044	0,033	0,041	0,011	0,065	0,087	85
Anomura (Glaucothoe)	0,010	0,024	0,009	0,017	0,000	0,000	0,271	0,400	25
Galatheididae	0,010	0,024	0,015	0,022	0,021	0,042	0,048	0,118	25
Brachyura (Zoea)	0,294	0,478	2,789	1,713	0,302	0,164	7,402	14,586	90
Brachyura (Megalopa)	0,037	0,048	0,135	0,059	0,043	0,040	0,198	0,184	85
Portunidae (Megalopa)	0,007	0,018	0,023	0,033	0,000	0,000	0,034	0,054	25
Chaetognatha	0,002	0,006	0,091	0,061	0,110	0,111	0,216	0,337	65
Appendicularia	0,058	0,088	0,019	0,030	0,116	0,086	0,073	0,139	65
Teleostei (Ovo)	0,489	0,511	0,153	0,170	0,795	1,523	0,088	0,103	80
Teleostei (Larva)	0,016	0,022	0,044	0,079	0,012	0,015	0,107	0,146	60

ABUNDÂNCIA RELATIVA

Observando a Figura 3, é possível perceber uma alternância na dominância dos grupos do zooplâncton ao longo dos períodos do dia e das fases do ciclo lunar. Dentro deste padrão, destaca-se o grupo "Outros" por dominar no período diurno das luas crescente e minguante, assim como Brachyura (Zoea) por sua boa representatividade nas luas cheia e nova.

Durante o período diurno da lua crescente não houve uma dominância dos principais grupos, com Outros organismos compondo 86% do total do zooplâncton. A ampla dominância desse grupo nessa fase ocorreu devido à elevada densidade de ovos de Teleostei. Esse fato também se repetiu durante o período diurno da lua minguante, porém com menos intensidade. Nesta fase, o grupo "Outros" apresentou 55% do total do zooplâncton, também sendo considerado dominante.

Durante o período noturno das luas crescente e minguante, os padrões de dominância dos grupos foram semelhantes, sem nenhum grupo apresentar uma dominância sobre os outros. Nestes períodos, os Crustacea (Outros) foi o que apresentou maior valor de abundância, sendo aproximadamente 29,5% e 28% nas luas crescente e minguante, respectivamente.

Foram verificados os maiores valores de Brachyura (Zoea) nos períodos noturnos das luas de maior intensidade, principalmente na lua nova (75%).

No período diurno das luas cheia e nova o padrão de dominância observado foi semelhante, com destaque durante a lua cheia para o grupo Copepoda (31%) e durante a lua nova para Zoea (Brachyura) (49%). A maior abundância do grupo Copepoda durante o período diurno da lua cheia ocorreu devido à forte presença das espécies *Acartia lilljeborgi* e *Labidocera nerii*. É importante salientar que os Copepoda não foram dominantes em nenhum período do dia ou fase lunar.

Figura 3. Abundância relativa dos principais grupos do macrozooplâncton coletado na área recifal da baía de Tamandaré – PE de acordo com as fases do ciclo lunar e o período do dia. Os componentes do grupo “Outros” estão na tabela 2.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE E EQUITABILIDADE

A diversidade de espécies variou de muito baixa a média, com máximo de $2,77 \text{ bits.org}^{-1}$ e mínimo de $0,24 \text{ bits.org}^{-1}$, nas amostras de M2_N e C3_D, respectivamente (Figura 4). Com relação às fases do ciclo lunar, a maior média de diversidade foi encontrada durante a lua nova ($1,94 \text{ bits.org}^{-1}$) e a menor durante a lua crescente ($1,50 \text{ bits.org}^{-1}$), o que classifica todas as fases dentro da classe de baixa diversidade. A média de diversidade do período diurno foi de $1,47 \text{ bits.org}^{-1}$, classificando-o como baixa diversidade, enquanto a do período noturno foi de $2,03 \text{ bits.org}^{-1}$, sendo classificado como de média diversidade.

Quanto à equitabilidade, sete amostras tiveram valores menores que 0,5 (Figura 4), demonstrando uma baixa equitatividade das amostras, com predomínio de um ou poucas taxa.

DISCUSSÃO

Os valores de temperatura encontrados neste estudo estão dentro da faixa de variação de temperatura encontrada por outros autores para o período seco na baía de Tamandaré (MOURA, 1991; PORTO NETO, 2003; SILVA, 2003; CORREIA, 2010). A variação nictemeral da temperatura superficial da água em regiões tropicais é pouco acentuada, com valores máximos durante o período diurno (FLORES-MONTES, 1996; MACEDO et al. 2000).

Como as variações da temperatura e da salinidade são mínimas e não foram identificadas correlações significativas entre esses parâmetros e a densidade dos organismos (Correlação de Spearman; $p > 0,05$), não são esses os fatores que influenciam na variação observada na estrutura da comunidade macrozooplânctônica.

Figura 4. Diversidade e Equitabilidade dos organismos coletados na área recifal da baía de Tamandaré – PE ao longo de um ciclo lunar. No eixo X estão representadas a fase da lua (C = Crescente; Ch = Cheia; M = Minguante; N = Nova) seguido do dia (1, 2 e 3) e horário da coleta (D=Diurna e N=Noturna). O "X" indica as amostras que não foram coletadas.

O comportamento de migração noturna em direção à superfície do zooplâncton recifal é amplamente aceita e já foi descrita por autores como Emery (1968), Ohlhorst (1982) e Sorokin (1990). O zooplâncton recifal demersal é um grupo que realiza este comportamento e é caracterizado por ser residente do recife ou habitante de dentro ou perto do substrato recifal (EMERY, 1968), podendo migrar para a coluna d'água durante a noite formando agregações (SOROKIN, 1990). A ascensão e aumento das agregações dos organismos neste período contribuem para os maiores valores de densidade encontrados durante o período noturno, como já foi sugerido por Nascimento-Vieira (2000), Porto-Neto et al. (2000), Silva (2003) e Correia (2010).

Jacoby e Greenwood (1989) observaram que formas larvais e organismos zooplanctônicos adultos transparentes emergem principalmente durante as luas cheia e/ou nova ou não mostram efeito do período lunar sob sua emergência. Este resultado é similar ao encontrado no presente estudo para as larvas de Brachyura e os Copepoda, respectivamente.

A grande abundância de Brachyura (Zoea) durante a lua cheia e a dominância durante lua nova são fatos já descritos por autores como Forward (1987) e Silva (2002). Grupos pertencentes aos Decapoda são comumente dominantes em arrastos com redes de 500 µm, como observado por Correia (2010) para a mesma área de recifes da baía de Tamandaré. Já os Copepoda não mostraram efeito do período lunar sobre seus valores de densidade e abundância. Alldredge e King (1980) também não observaram uma correlação entre o padrão de migração dos Copepoda em direção à superfície e a fase da lua.

A espécie de Copepoda *Labidocera fluviatilis* se destacou por ter apresentado a maior média de densidade dentro deste grupo. Essa espécie é numerosa e bastante comum em águas costeiras e estuarinas da região tropical e subtropical da costa leste de América do Sul (BJÖRNBERG, 1981). A dominância desta espécie de Copepoda em relação às demais, pode estar relacionada a seletividade da malha, uma vez que a mesma apresenta média de tamanho superior a dos demais Copepoda tropicais.

A maioria dos peixes marinhos é conhecida por ter ritmos de desova lunares realizando-a nas luas cheia e nova ou próximo a elas (JOHANNES, 1978), aumentando a densidade de ovos de Teleostei nesse período. Isto corrobora o resultado encontrado neste estudo, com as maiores densidades encontradas durante a lua nova e altos valores durante a lua cheia. Contudo, altos valores de Teleostei (Ovos) e Teleostei (Larvas) foram encontrados também durante as luas crescente e minguante. Johannes (1978) mostrou que algumas espécies de peixes tropicais apresentam seu comportamento de desova durante as luas crescente e/ou minguante, porém

essas espécies estão distribuídas na região do Indo-Pacífico, sem nenhuma correspondência com o oceano Atlântico. Sugere-se uma maior investigação para identificar os padrões das espécies locais, bem como relacioná-los aos observados na região do Indo-Pacífico.

No plâncton nerítico, um dos grupos de organismos melhor representados são as larvas de crustáceos decápodos (HARVEY et al., 2006). Silva (2002), estudando o Canal de Santa Cruz (Pernambuco, Brasil), observou que altas abundâncias de *Brachyura* (Zoea) em estágios iniciais podem indicar um período de reprodução recente, com a liberação das larvas logo após a noite de lua cheia e lua nova na maré vazante, quando a força da correnteza é maior (SCHWAMBORN e BONECKER, 1996), para fora da área estuarina em direção à linha de recifes adjacente. Este padrão pode explicar as altas densidades e abundância de *Brachyura* (Zoea) encontrados neste trabalho: a liberação das larvas ocorre nos estuários adjacentes e estas chegam à área recifal da baía de Tamandaré, o que também já foi sugerido por Nascimento-Vieira (2000). A migração deste grupo para áreas da plataforma continental é uma estratégia comumente utilizada a fim de diminuir a predação dessas larvas nos estuários (SCHWAMBORN, 1997). Além disso, os elevados valores de densidade e abundância de *Brachyura* (Zoea) encontrados durante as luas cheia e nova devem-se, ainda, à vantagem funcional da agregação num curto intervalo de tempo, o que facilita a dispersão e a sobrevivência de um maior número de larvas (FORWARD, 1978).

Nascimento-Vieira (2000) e Correia (2010) observaram altos valores de densidade de *Lucifer faxoni* durante o período seco, também encontrados no presente estudo. A maior densidade deste crustáceo foi encontrada durante o período noturno de lua cheia. Estudos mostram que organismos da mesma família migram para próximo da superfície durante a noite (CHIOU et al., 2000), justificando o comportamento da mesma.

A presença de taxa numericamente dominantes durante determinados períodos lunares e/ou do dia, a forte influência estuarina (NASCIMENTO-VIEIRA, 2000; PORTO-NETO; 2003, MAYAL, 2009; CORREIA, 2010), além do fato da área recifal da baía de Tamandaré ser uma região de águas rasas com maior disponibilidade de alimento, contribuem para a abundância de poucas espécies, resultando em maior dominância destas espécies e baixa diversidade como sugerido por Huston (1979).

Segundo Neumann-Leitão (1994) diversidades mais baixas geralmente ocorrem em períodos reprodutivos de determinadas espécies, quando uma única espécie passa a dominar a comunidade. Além disso, a malha de abertura da rede utilizada nesse estudo a torna seletiva e contribui fortemente para a baixa diversidade, como sugerido por Correia (2010).

CONCLUSÃO

Não foram observados fortes padrões de variação da comunidade em função da fase lunar. A principal variação observada está relacionada ao fotoperíodo, ocasionando uma diferença entre as comunidades amostradas no período diurno e noturno. Os manguezais próximos aos recifes da baía de Tamandaré parecem ser um importante constituinte do ecossistema, contribuindo possivelmente para as elevadas densidades observadas em alguns grupos, como Teleostei e *Brachyura*. Dessa forma, estudos adicionais que consigam integrar esforços simultâneos em ambas as áreas se fazem necessários. Além disso, o zooplâncton recifal demersal também parece ter a mesma importância para esta comunidade, colaborando para a maior densidade e diversidade das amostras noturnas. A abundância de poucas taxa, assim como a seletividade da malha da rede utilizada no estudo contribuíram para que todas as fases do ciclo lunar apresentassem uma baixa diversidade.

AGRADECIMENTOS

À FACEPE, financiadora do projeto PROPLANC (APQ Nº 08/2008), ao qual o presente estudo está vinculado. Ao CNPq, pela concessão de bolsas de Doutorado aos autores P.A.M.C Melo e de Mestrado de E. P. Correia. À Dra. Elisabeth Cabral e ao M.Sc. Aislan Galdino por toda ajuda na identificação de organismos e concessão de material. Ao Laboratório de Oceanografia Química pela execução das análises químicas.

REFERÊNCIAS

- ALLDREDGE, A. L.; KING, J. M. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** v. 44, 133-156, 1980.
- AMBLER, J. W. Zooplankton swarms: characteristics, proximal cues and proposed advantages. **Hydrobiologia**, v. 480, p. 155-164, 2002.
- ANGEL, M. V. Vertical migrations in the oceanic realm: possible causes and probable effects. In: Rankin, M.A. (Ed.), *Migration: Mechanisms and Adaptive Significance*, **Contributions in Marine Science**, Texas, Supplement. v. 27, p. 45-70, 1985.
- ANGEL, M. V. **Does mesopelagic biology affect the vertical flux?** In: Berger, W.H.; Smetacek, V.S.; Wefer, G. (Eds.), *Productivity of the Ocean: Present and Past*. Wiley, New York, p. 155-173, 1989.
- BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. INIDEP, Mar del Plata, 936 p, 1981.
- BOLTOVSKOY, D. *South Atlantic Zooplankton*. Leiden: Backhoys Publishers, 1999.
- BJÖRNBERG, T. S. K. **Copepoda**. In: Boltovskoy, D. (Ed.) *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Inidep: Mar del Plata, Argentina. 1981.
- BUSKEY, E. J.; PETERSON, J. O.; AMBLER, J. W. The role of photoreception in the swarming behavior of the copepod *Dioithona oculata*. **Marine and Freshwater Behavioural Physiology**, v. 26, p. 273-285, 1995.
- CHIOU, W. D.; WU, C. C.; CHENG L. Z. Spatio-Temporal distribution of Sergestid shrimp *Acetes intermedius* in the coastal waters of southwestern Taiwan. **Fish. Sci.**, v. 66, p. 1014-1025, 2000.
- CONNELL, J.H. Diversity in tropical rain forest and coral reef. **Science**, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310, 1978.
- CORREIA, E. P. **Macrozooplâncton da APA Costa dos Corais, Tamandaré – PE, Brasil**. 57f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2010.
- EMERY, A. R. A preliminary observation on coral reef plankton. **Limnology and Oceanography**. v. 13, p. 293-303, 1968.
- EREZ, J. **On the importance of food sources in coral-reef ecosystems**. In: DUBINSKY, Z. (Ed) *Ecosystems of the world, coral reefs*. Amsterdam: Elsevier, p. 469-492, 1990.
- FERNANDES, L. D. A. **Morfologia e distribuição das larvas de crustáceos decápodes entre Rio Real (12°S) e Cabo de São Tomé (22°S)**. 437f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.
- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Fishing and the future of Brasil Northeastern reefs**. *Inter Coast.*, v. 38, p. 22-23, 2001.
- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M.; CAVA, F. Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Marinha Costa dos Corais. **Anais do II Cong. Bras. de Unidades de Conservação**. Campo Grande, MS. p. 50-58, 2001.
- FISCHER, J.; VISBECK, M. Seasonal variation of the daily zooplankton migration in the Greenland Sea. **Deep-Sea Research I**, v. 40, n. 8, p. 1547-1557, 1993.
- FLORES-MONTES, M. J. **Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1996.

- FORWARD, R. B. **Larval release rhythms of decapod crustaceans: An overview.** *Bulletin of Marine Science*, v. 41, n. 2, p. 165-176, 1987.
- GIFFORD, D. J.; CARON, D. A. **Sampling, preservation, enumeration and biomass of marine protozooplankton.** In: ROGER, H. et al. (Ed.) *ICES Zooplankton Methodology Manual*. London: Academic Press, p. 193-221. 2000
- HAMMER, R. M. Day-night differences in the emergence of demersal zooplankton from a sand substrate in a kelp forest. **Mar. Biol.**, v.62, p. 275-280, 1981.
- HAMNER, W. M.; CARLETON, J. H. Copepod swarms: Attributes and role in coral reef ecosystems. **Limnology and Oceanography**, v. 24, p. 1-14, 1979.
- HARVEY, A. W.; MARTIN, J. W.; WETZER, R. Phylum Arthropoda: Crustacea. In: Craig M. Young (Ed). **Atlas of Marine Invertebrate Larvae**. Elsevier L. T. D. p. 337-369, 2006.
- HERNÁNDEZ-LEÓN, S. Annual cycle of epiplanktonic copepods in Canary Island waters. **Fish. Oceanogr.**, v. 7, p. 252-257, 1998.
- HERNÁNDEZ-LEÓN, S.; ALMEIDA, C.; YEBRA, L.; ARÍSTEGUI, J.; FERNDÁNDEZ DE PUELLES, M. L; GARCÍA-BRAUN, J. Zooplankton abundance in subtropical waters: Is there a lunar cycle? **Sci. Mar.**, v. 65, p. 59-64, 2001.
- HUSTON, M. A general hypothesis of species diversity. **American Naturalist**, Chicago, U. S., v. 113, p. 81-101, 1979.
- JACOBY, C. A.; GREENWOOD, J. G. Emergent zooplankton in Moreton Bay, Queensland, Australia: seasonal, lunar and diel patterns in emergence and distribution with respect to substrata. **Mar. Biol.**, v. 51, p. 131-154, 1989.
- JOHANNES, R. E. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. **Env. Biol. Fish.**, v. 3, n. 1, p. 65-84, 1978.
- LEÃO, Z. M. N.; ARAUJO, T. M. F.; NOLASCO, M. C. Os recifes de coral da costa setentrional do Brasil. **Proc. 8º Simpósio Int. de Recifes de Coral**, v. 3, p. 339-348, 1988.
- MABESOONE, J. M.; COUTINHO, P. N. Littoral and shallow marine geology of northeastern, Brasil. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 12, p. 1-214, 1970.
- MACEDO, S. J.; FLORES-MONTES, M. J.; LINS, Y. C. 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, 2000.
- MAIDA, M.; FERREIRA, B. P.; Estudo preliminar sobre o assentamento de corais em um recife na baía de Tamandaré – PE. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 23-26, 1995.
- MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Recifes de coral brasileiros. In: Enide Eskinazi-Leça; Sigrid Neumann-Leitão; Mônica Ferreira da Costa (Orgs.) **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p.617-640, 2004.
- MAYAL, E. M.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FEITOSA, F. A. N.; SCHAWMBORN, R.; SILVA, T. A.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Hydrology, Plankton, and Corals of the Maracajaú Reefs (Northeastern Brazil) - an Ecosystem Under Severe Thermal Stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 52, n. 3, p. 665-678, 2009.
- MELO, P. A. M. C.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO-NETO, F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**. v. 6, p. 530-541, 2010.
- MOURA, R. T. **Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais da Baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil**. 290f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1991.

- NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. **Macrozooplâncton recifal da baía de Tamandaré, Pernambuco – Brasil**. 106f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2000.
- NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina, Porto de Suape - PE – Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos. 1994.
- OHLHORST, S.L. Diel migrations patterns of demersal reef zooplankton. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol**, v. 60, p. 1-15, 1982.
- PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-44, 1966.
- PORTO NETO, F. F. et al. Zooplâncton recifal de Tamandaré – PE (Brasil) e a influência dos manguezais na sua biodiversidade e biomassa. In: **Mangrove 2000. Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e Perspectivas**. Recife: 2000. UFPE, ISME (CD-ROM).
- PORTO NETO, F. F. **Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandaré reef system (Pernambuco – Brasil): Anthropogenic influences and interaction with mangroves**. 120p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Bremen: Universidade de Bremen. 2003.
- SHANNON, C. E. *A mathematical theory of communication*. **Bulletin of System Technology Journal**, v. 27, p. 379-423, 1948.
- 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. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 39, n. 2, p. 451-462, 1996.
- SILVA, A. P. **Dinâmica Temporal das Larvas de Brachyura no Canal de Santa Cruz, Pernambuco (Brasil), ao Longo de um Ciclo Lunar**. 97f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.
- SILVA, T. A. **Zooplâncton demersal na área de proteção ambiental de Tamandaré (APA dos Corais), Pernambuco – Brasil**. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). 89f. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2003.
- SOROKIN, Y. I. Plankton in the reef ecosystems. In: Dubinsky, Z., (Ed.). **Ecosystems of the World, Coral Reefs**. Amsterdam: Elsevier, v. 25, p. 91-327, 1990.
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bulletin of Fisheries Research Board of Canada**, v. 125, p. 1-205, 1965.
- TRÉGOBOUFF, G.; ROSE, M. **Manuel de planctonologie méditerranéenne**. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1957.