



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

TATIANE MARTINS GARCIA

ECOLOGIA DO MESOZOOPLÂNCTON DE UM ESTUÁRIO SEMIÁRIDO
TROPICAL

FORTALEZA – CE

2012

TATIANE MARTINS GARCIA

ECOLOGIA DO MESOZOOPLÂNCTON DE UM ESTUÁRIO SEMIÁRIDO
TROPICAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Profa. Dra. Helena Matthews Cascon

Co-orientador: Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão

FORTALEZA – CE

2012

TATIANE MARTINS GARCIA

ECOLOGIA DO ZOOPLÂNCTON DE UM ESTUÁRIO SEMIÁRIDO TROPICAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará para a obtenção do título de Doutor.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Helena Matthews Cascon (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dra. Sigrid Neumann Leitão (Co-orientador)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior (Membro externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Dra Maria Odete Parente Moreira (Membro externo)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodrigo Maggioni (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus
À minha família (Giordano e Júlia)

AGRADECIMENTOS

“Gigantes são os mestres nos ombros dos quais eu me elevei”

Isaac Newton

Agradeço com muito carinho às professoras Dra. Helena Matthews Cascon e Dra. Sigrid Neumann Leitão, pela orientação do trabalho, pela confiança e por toda gentileza de sempre estarem disponíveis. Aprendi muito com vocês nesse período!

Ao professor Dr. Mauro de Melo Júnior, pelas sugestões no projeto inicial e pela revisão do capítulo 3.

Ao CEAC (Centro de Estudos em Aquicultura Costeira), pelo apoio logístico durante a amostragem.

Aos amigos do Laboratório de Plâncton: Odete, Marcelo, Carol, Érika, Nívia, Andréa e Joanna, que participaram de alguma forma deste trabalho. Joanna, obrigada pelo apoio durante as coletas.

Aos amigos do Laboratório de Zoobentos: Cristina, Wilson, Ismália, Adriana, Aline F., Kcrishna, Liana, Magaline, Jadson. Ótimas conversas e muito estudo!! Adri, obrigada pela presença constante nas coletas.

A Marko Herrmann, pelos vários artigos fundamentais ao trabalho que ele conseguiu e pelo programa “endnote” que me ajudou muito.

Aos colegas de trabalho do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), aos colegas de turma e aos professores que me ajudaram a construir novos conceitos.

Ao meu marido Giordano por todo amor, companheirismo e incentivo constante. Sempre esteve presente nas diferentes fases do trabalho. Leu o projeto, ajudou nas coletas, corrigiu textos... Enfim sempre ao meu lado!!!

Aos meus pais e irmã pelo apoio firme.

Aos amigos do NEAJ (Núcleo Espírita de Educação e Apoio à Juventude). É sempre muito importante o apoio de amigos para nos mantermos em equilíbrio.

A todos aqueles que de modo direto ou indireto contribuíram para a preparação deste trabalho.

“A natureza é exatamente simples, se conseguirmos encará-la de modo apropriado... Essa crença tem-me auxiliado, durante toda a minha vida, a não perder as esperanças, quando surgem grandes dificuldades de investigação.”

Albert Einstein

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1. Região Nordeste do Brasil, evidenciando as zonas Costa Norte Quaternária (Maranhão - MA e Piauí - PI), Costa Nordeste Semiárida (Ceará - CE, Rio Grande do Norte - RN, Paraíba - PB, Norte de Pernambuco – PE) e Costa Nordeste-Leste Úmida (Sul de Pernambuco – PE, Alagoas - AL, Sergipe - SE e Bahia - BA). (ArcGIS-IBGE). 15
- Figura 1.2. Percentual de estudos realizados sobre o zooplâncton estuarino nos estados do Ceará – CE, Rio Grande do Norte – RN, Paraíba – PB, Pernambuco – PE, Alagoas – AL, Sergipe – SE e Bahia – BA (Brasil: Nordeste)..... 17
- Figura 2.1. Localização geográfica do Estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil), evidenciando a localização da área de estudo (seta), próxima ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC)..... 43
- Figura 2.2. Variação da salinidade no período de coleta (meses em destaque) e precipitação mensal (mm) de janeiro a dezembro de 2008 na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil)..... 46
- Figura 2.3. Variações na densidade (ind./m³) do holoplâncton e do meroplâncton durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil). 47
- Figura 2.4. Variação da densidade de espécies holoplanctônicas nas diferentes marés durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil)..... 52
- Figura 2.5. Análise de similaridade do holoplâncton do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil) nos períodos de chuva (março, abril e maio) e de estiagem (setembro, outubro e novembro) durante as marés vazante (V), baixa-mar (B), enchente (E) e preamar (P). Similaridade – Bray-Curtis; regra de união dos descritores – UPGMA..... 53
- Figura 2.6. Densidade do holoplâncton que tiveram importante contribuição na análise de percentual de similaridade (Simpser) durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil)..... 55

- Figura 3.1. Localização geográfica do Estuário do Rio Pacoti – CE, evidenciando a localização da área de estudo (seta), próxima ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC)..... 68
- Figura 3.2. Densidade total (ind.m⁻³) das espécies estudadas *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: Períodos de chuva. C4-6: Período de estiagem..... 71
- Figura 3.3. Contribuição de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* para a produção (mgC m⁻³ dia⁻¹) do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: Períodos de chuva. C4-6: Período de estiagem. 73
- Figura 3.4. Produção (mgC m⁻³ dia⁻¹) de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* nos períodos de chuva (C1-3) e de estiagem (C4-6) no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: períodos de chuva. C4-6: período de estiagem. Marés vazante (V), baixa-mar (S), enchente (E) e preamar (C)..... 74
- Figura 4.1: Localização geográfica do Estuário do Rio Pacoti (Brasil, Ceará), evidenciando a localização da área de estudo (seta), próxima ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC)..... 87
- Figura 4.2. Variação da salinidade no período de coleta (meses em destaque) e precipitação mensal (mm) de janeiro a dezembro de 2008 na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (CE).. 88
- Figura 4.3. Espécies bioindicadoras do mesozooplâncton durante o período de chuvas (Março, Abr-abril, Mai-maio) e de estiagem (Set-setembro, Out-outubro, Nov-novembro), nas marés vazante (V), baixa-mar (B), enchente (E) e preamar (P), do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará)..... 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Publicações sobre temas específicos do zooplâncton estuarino na Costa Norte Quaternária, na Costa Nordeste Semiárida e na Costa Nordeste-Leste Úmida do Brasil.	18
Tabela 1.2. Copepoda citados nas publicações sobre o zooplâncton estuarino na Costa Norte Quaternária, na Costa Nordeste Semiárida e na Costa Nordeste-Leste Úmida do Brasil. Distribuição (D) : E - estuarino, N - nerítico, C - costeiro, O - oceânico, L -límico, EX - exótico ao Brasil.	21
Tabela 2.1. Densidade média (ind.m ⁻³) e abundância relativa (%) para o meroplâncton e o holoplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).....	47
Tabela 2.2. Frequência de ocorrência (%) do holoplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil)..	48
Tabela 2.3. Frequência de ocorrência (%) do meroplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta n o estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).	49
Tabela 2.4. Número de espécies (S), número de indivíduos (N), riqueza de Margalef (d), equitabilidade de Pielou (J'), índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') de Copepoda no estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).	50
Tabela 2.5. Densidade do zooplâncton que apresentou diferenças significativas (p<0,05) no teste Mann-Whitney durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).....	51
Tabela 2.6. Análise de percentual de similaridade (Simper) do holoplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).	54
Tabela 3.1. Equações de regressão utilizadas para a obtenção do peso seco (µg) a partir do comprimento do prossomo (µm) das espécies coletadas no estuário do Rio Pacoti (Brasil-Ceará). DW= peso seco; P= comprimento do prossomo.....	70

Tabela 3.2. Precipitação (mm), salinidade, temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) nos períodos de chuva (C1-3) e de estiagem (C4-6) na baixa-mar no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).....	70
Tabela 3.3. Densidade (ind.m ⁻³) das espécies de Copepoda identificadas no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: Períodos de chuva. C4-6: Período de estiagem. Em negrito as espécies utilizadas para o cálculo da produção.....	72
Tabela 3.4. Frequência (%), densidade total do período, média e desvio padrão (ind./m ³) de <i>Acartia lilljeborgii</i> , <i>Centropages velificatus</i> , <i>Pseudodiaptomus marshi</i> , <i>Pseudodiaptomus trihamatus</i> e <i>Temora turbinata</i> no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).....	72
Tabela 3.5. Produção de Copepoda em diversos ambientes - <i>Acartia</i> sp., <i>Centropages</i> sp., <i>Pseudodiaptomus</i> sp. e <i>Temora turbinata</i> (*calculados a partir dos dados).	76
Tabela 4.1. Densidade (ind.m ⁻³) do zooplâncton durante o período de chuvas (C) e de estiagem (E) no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).	89
Tabela 4.2. Bioindicadores (mesozooplâncton) do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).	92

SUMÁRIO

RESUMO	1
PALAVRAS-CHAVE.....	1
ABSTRACT	2
KEYWORDS	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
CAPÍTULO 1: Cenário de mesozooplâncton Estuarino no Nordeste do Brasil: uma ferramenta para a conservação.....	11
Resumo.....	12
Palavras-chave	12
Abstract	12
Keywords	12
Introdução	13
Material e Métodos	15
Área de estudo	15
Método.....	16
Resultados e Discussão	16
Agradecimentos	30
Referências Bibliográficas	30
CAPÍTULO 2: Quão resiliente é o zooplâncton em um estuário impactado semiárido tropical?39	
Resumo.....	40
Palavras-chave	40
Abstract	40
Keywords	40
Introdução	41
Material e Métodos	42
Área de estudo	42
Amostragem e análise no laboratório.....	44
Análise dos dados.....	45
Resultados	45
Discussão	55
Agradecimentos	58
Referências Bibliográficas	58

CAPÍTULO 3: Produção de Copepoda Calanoida em estuário de clima semiárido (Brasil, Ceará)	65
Resumo.....	66
Palavras-chave	66
Abstract	66
Keywords	66
Introdução	67
Material e Métodos	68
Área de estudo	68
Métodos de coleta.....	69
Estimativa da Produção	69
Resultados	70
Variáveis ambientais	70
Densidade	71
Produção	73
Discussão	75
Agradecimentos	78
Referências Bibliográficas	78
CAPÍTULO 4: Avaliação de uma região estuarina semiárida sob o enfoque do mesozooplâncton bioindicador	83
Resumo.....	84
Palavras-chave	84
Abstract	84
Keywords	84
Introdução	85
Material e Métodos	86
Área de estudo	86
Amostragem e análise no laboratório.....	87
Análise dos dados	88
Resultados	88
Discussão	92
Agradecimentos	96
Referências Bibliográficas	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	105

Ecologia do mesozooplâncton de um estuário semiárido tropical

Resumo: Estuário é uma região costeira semifechada, que tem como principais características a constante mistura das águas doce e salgada e a dominância de sedimento fino que forma os bancos de lama. Dentre os organismos que habitam este ambiente, destaca-se o zooplâncton, parte vital na teia alimentar de águas costeiras e oceânicas, sendo elo entre os produtores primários e os consumidores secundários. O presente estudo teve como objetivo estudar a comunidade do mesozooplâncton no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará), destacando aspectos ecológicos, produção de copépodes e bioindicadores. O zooplâncton foi coletado nas marés de sizígias vazante, baixa-mar, enchente e preamar diurnas, durante os períodos de chuva (março, abril e maio de 2008) e de estiagem (setembro, outubro e novembro de 2008). A amostragem foi realizada a uma distância aproximada de 3 km da foz do Estuário do Rio Pacoti, através de arrastos horizontais subsuperficiais (300 μm), acopladas com fluxômetro General Oceanics. As amostras foram imediatamente fixadas a bordo com formalina 4%, tamponada com tetraborato de sódio (5 g.L^{-1}). No estuário do rio Pacoti, o mesozooplâncton mostrou-se resiliente. No entanto, não é possível afirmar que esta condição é comumente encontrada em condições semiáridas, pois poucos estudos foram realizados sob este enfoque. A produção dos copépodes estudados, considerando as diferentes marés, não apresentou padrões ou tendências. As variações existentes são decorrentes da influência dos parâmetros abióticos que condicionam a ocorrência das espécies no estuário. Apesar da ocorrência de espécies de vários habitats, é possível inferir que na região onde o estudo foi realizado, cerca de 3 km da foz, existe forte influência marinha, pois foram encontradas poucas espécies de origem límnic e com baixas densidades, mesmo no período de chuvas. Desta forma, a comunidade zooplânctônica do estuário do Rio Pacoti pode ser definida como marinha eurialina. As espécies bioindicadoras do mesozooplâncton mostraram com eficiência a origem das massas d'água: água doce, estuarina ou marinha. Indícios de eutrofização pode ser verificada através das espécies *Acartia lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona* spp., *Oithona oswaldocruzi* e *Oikopleura dioica*.

Palavras-chave: Comunidade mesozooplânctônica, Copepoda, estuário temporário, eutrofização, massas d'água.

Mesozooplankton ecology in a semiarid tropical estuary

Abstract: Estuary is a semi-closed coastal region, whose main characteristics are the constant mixing of fresh and salt water and the dominance of fine sediment that forms the mud banks. Among the organisms that inhabit this environment, there is zooplankton, a vital part of the food web of coastal and ocean waters, and the link between primary producers and secondary consumers. The present study aimed to study the mesozooplankton community in the estuary of the semiarid River Pacoti (Brazil, Ceará), highlighting the ecological, production and copepods bioindicators. Zooplankton was collected in spring tides (ebb, low, high and flood tides), during rainy (March, April and May 2008) and dry seasons (September, October and November 2008). Sampling was carried out at a distance of approximately 3 km from the mouth of the estuary Pacoti through subsurface horizontal hauls (300 μm), coupled with General Oceanics flowmeter, samples were immediately fixed on board with 4% formalin, buffered tetraborate Sodium (5 gL^{-1}). In the estuary Pacoti, the mesozooplankton proved resilient. However, we cannot say that this condition is commonly found in semi-arid conditions, because few studies have been conducted under this approach. The production of copepods studied, considering the different tides, showed no patterns or trends. The existing variations are due to the influence of abiotic parameters that influence the occurrence of the species in the estuary. Despite the occurrence of several species habitats, we can infer that the region where the study was conducted, about 3 km from the mouth, there is a strong marine influence, because there were a few species of limnetic and low densities, even during the rains. Thus, the zooplankton community Pacoti River estuary can be defined as marine euryhaline. Mesozooplankton bioindicators showed efficiency with the origin of the water masses: freshwater, estuarine or marine. Signs of eutrophication can be verified across species *Acartia lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona* spp., *Oithona oswaldocruzi* and *Oikopleura dioica*.

Keywords: Mesozooplanktonic community, Copepoda, temporary estuary, eutrophication, water masses.

INTRODUÇÃO GERAL

Estuário é uma região costeira semifechada (Schmiegelow, 2004), que tem como principais características a constante mistura das águas doce e salgada e a dominância de sedimento fino que forma os bancos de lama (Mclusky, 1989). Este ambiente é rico em nutrientes, com alta produtividade primária e secundária (Kennish, 1986), e dinâmico, onde os fatores físicos, químicos e biológicos sofrem constantes modificações (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996). É amplamente aceito que os ecossistemas estuarinos são ambientalmente instáveis, em oposição aos ecossistemas de água doce e marinhos (Mclusky e Elliott, 2004).

Diferentes definições foram propostas para este ambiente, no entanto, poucas mencionam de forma direta a presença das marés, apesar de etimologicamente a palavra estuário derivar do latim “*aestus*” que significa “da maré”. Perillo (1995) realizou uma ampla revisão dos conceitos sobre o ambiente estuarino baseado em trabalhos clássicos como Pritchard (1967); Fairbridge (1980); Mclusky e Elliott (2004) e propôs que estuário é um corpo de água costeiro semifechado que se estende até o limite efetivo de influência das marés, na qual a água do mar entrando de uma ou mais conexões livres com o mar aberto, ou qualquer outro corpo de água costeira salina, é significativamente diluída pela água doce proveniente da drenagem continental, e pode sustentar espécies eurialinas de uma parte ou da totalidade do seu ciclo de vida.

Os estuários podem ser classificados em positivos ou negativos; estuários positivos são aqueles nos quais a descarga de água doce e a precipitação excedem a perda de água doce causada pela evaporação (salinidade na superfície é menor do que no oceano adjacente), enquanto estuários negativos são aqueles no qual a evaporação excede a entrada de água doce dos rios e da precipitação, prevalecendo condições hipersalinas (salinidade é maior do que a do oceano adjacente) (Miranda, Castro *et al.*, 2002).

O ambiente estuarino é uma importante área de alimentação e reprodução para muitas espécies de vertebrados e invertebrados, pois oferecem abrigo e alimento, uma vez que as águas estuarinas são biologicamente mais produtivas que as do rio e do mar adjacente (Miranda, Castro *et al.*, 2002). Os estuários são caracterizados por terem populações abundantes de animais, mas com relativamente poucas espécies; duas hipóteses tentam explicar esta particularidade: a primeira hipótese está relacionada ao estresse fisiológico e a segunda, à formação recente do ambiente estuarino; possivelmente não houve tempo suficiente para um grande número de espécies se desenvolverem (Mclusky, 1989).

Dentre os organismos que habitam este ambiente, destaca-se o zooplâncton, que é conhecido como parte vital na teia alimentar de águas costeiras e oceânicas, sendo elo entre os

produtores primários (fitoplâncton) e os consumidores secundários (Kennish, 1986). O zooplâncton reúne os animais e os protistas não fotossintetizantes (Bonecker, 2009), cujas comunidades são caracterizadas pela dominância do holoplâncton, organismos que passam todo seu ciclo de vida na coluna d'água, sendo Copepoda o táxon mais abundante (Lansac-Tôha e Lima, 1993).

O meroplâncton, representado pelas larvas de organismos bentônicos e nectônicos, constitui um componente do plâncton (Neumann-Leitão, Gusmão *et al.*, 1996; Silva, Neumann-Leitão *et al.*, 2003), cujas variações acentuadas decorrem de processos reprodutivos das comunidades que possuem larvas planctônicas (Tundisi, 1970). Dentre os organismos meroplanctônicos encontrados em ambiente estuarino, destacam-se as hidromedusas, velígeres de moluscos (Gastropoda e Bivalvia), larvas de poliquetas, náuplios de cirripédios, larvas de decápodes (principalmente zoea e megalopa de braquiúros e larvas de carídeos) e ovos e larvas de peixes.

Nos estuários, a organização espacial da comunidade do zooplâncton é influenciada pelas propriedades físicas, químicas e biológicas das massas de água (Villate, 1997). Tais variações podem causar mudanças temporais na distribuição e abundância do zooplâncton (Gómez-Erache, Norbis *et al.*, 2000) e, por conseguinte, na dinâmica populacional (Sterza e Fernandes, 2006). Nos trópicos, o período chuvoso desponta como fator de grande importância no controle de características populacionais (Bacon, 1973). As marés, o fluxo do rio e o vento também têm papel importante, pois fornecem energia para a mistura das águas (Ketchum, 1983).

As marés e a precipitação pluviométrica influenciam a distribuição da salinidade do estuário, ocasionando diferenças entre os períodos de chuva e de estiagem (Neumann-Leitão, Gusmão *et al.*, 1996). Na ausência de chuvas, a estratificação das águas é acentuada e durante a estação chuvosa o fluxo de água doce que entra no estuário muda o padrão de salinidade e transparência (Eskinazi-Sant'anna, 2000). As variações da salinidade definem a distribuição do zooplâncton que tende a aumentar próximo à foz e a diminuir rio acima (Souza-Pereira e Camargo, 2004), resultando, em alguns períodos, na dominância de espécies eurialinas de origem marinha (Silva, Paranaguá *et al.*, 1996). Possivelmente, a combinação da alteração do pH e da salinidade faz o estuário ser um ambiente estressante para os organismos (Lansac-Tôha e Lima, 1993).

A comunidade zooplanctônica pode ser classificada segundo o tamanho dos organismos. O microzooplâncton é formado por foraminíferos, radiolários, tintinídeos,

rotíferos, larvas trocófora de poliqueta, véliger de moluscos, náuplio de copépodes e larvas de outros artrópodes; o mesozooplâncton está representado por cladóceros e copépodes; e o macrozooplâncton engloba organismos maiores, como hidromedusas, ctenóforos, quetognatos, larvas de decápodes e diversos crustáceos (anfípodas, isópodas, copépodes) e larvas de peixe (Kennish, 1986).

Os protistas heterótrofos planctônicos (foraminíferos, radiolários e tintinídeos) participam das cadeias tróficas como consumidores primários e decompositores, sendo indicadores hidrológicos, ambientais e biológicos (Bonecker, 2009).

Os copépodes chegam a representar, em média, 70 – 90% da densidade e abundância do zooplâncton; são herbívoros, carnívoros, onívoros ou detritívoros, com hábitos alimentares bastante diversificados, desde a ingestão de partículas aderidas aos detritos e agregados marinhos (incluindo bactéria, microalga e protistas) até a predação sobre larvas e juvenis de peixes (Brandini, Lopes *et al.*, 1997). A herbivoria do zooplâncton fornece energia para os organismos de alto nível trófico; contudo, muitos organismos zooplanctônicos são onívoros, tornando complexa a estrutura da teia alimentar estuarina (Kennish, 1986). *Lucifer faxoni* também é um importante crustáceo que compõe o zooplâncton, sendo encontrado em águas neríticas tropicais e subtropicais do Atlântico (Vega-Pérez, Ara *et al.*, 1996), e, nos estuários, sua presença está relacionada à influência marinha.

Quetognatos são holoplanctônicos (Bonecker, 2009) e importantes na teia alimentar marinha (Fernandes, Sterza *et al.*, 2005) por ser elo entre um grande número de copépodes e grandes predadores (Crelier e Daponte, 2004). Em algumas áreas e períodos do ano, os quetognatos podem se alimentar basicamente de copépodes (Boltovskoy, 1999). No estuário, apresentam maiores ocorrências quando a massa d'água predominante é de origem marinha.

Espécies de zooplâncton são indicadores valiosos das condições ambientais (Beaugrand, 2004; Bonnet e Frid, 2004), uma vez que respondem direta e sensivelmente a muitas alterações químicas, físicas e biológicas que ocorrem nos ecossistemas (Marques, Azeiteiro *et al.*, 2008). Recentemente, também está sendo visto que o zooplâncton estuarino pode ser um indicador de mudança climática melhor do que o zooplâncton marinho, pois o ambiente estuarino é mais afetado por mudanças na temperatura do ar e precipitação do que o mar aberto. No entanto, a maioria dos estuários suportam a colonização e as atividades humanas causadoras de condições de deficiência que podem interferir na resposta do zooplâncton às mudanças climáticas (Intxausti, Villate *et al.*, 2012).

O estudo da taxonomia e distribuição do zooplâncton marinho e estuarino no Brasil começou no século XIX, através de amostragem esporádica realizada durante as primeiras expedições oceanográficas internacionais. No início do século XX, cientistas em laboratórios no sul e sudeste do Brasil começaram a realizar levantamentos faunísticos gerais, mas foi somente a partir da década de 1950 que os grupos de pesquisa foram estabelecidos em uma base mais permanente nas universidades e outras instituições no país (Brandini, Lopes *et al.*, 1997; Lopes, Montú *et al.*, 2006; Lopes, 2007). Como resultado, os estudos sobre a composição do zooplâncton e distribuição começou a florescer somente depois dessa década e a influência de fatores ecológicos que influenciam esta comunidade começou ainda mais tarde.

No Ceará, alguns estudos sobre a comunidade zooplanctônica foram realizados nos estuários dos rios Ceará (Sá, 1978; Teixeira, 2003; Dutra, 2008) e Cocó (Pereira, 1989; Lima, 2003). Dutra (2008) identificou espécies e apresentou uma análise temporal, enquanto os outros autores consideraram apenas a classificação em grandes grupos. É importante incentivar o estudo no Ceará, bem como em toda a região Nordeste, pois ainda há muitos estuários onde a comunidade zooplanctônica nunca foi estudada. Ainda faltam informações sobre espécies e populações, bem como análise de biomassa e relações ecológicas.

O estudo da comunidade do mesozooplâncton no estuário semiárido do rio Pacoti (Brasil, Ceará) foi dividido em quatro capítulos, com os seguintes objetivos:

- Capítulo 1: Discutir o cenário de estudos sobre o mesozooplâncton estuarino no Nordeste do Brasil como uma ferramenta para a conservação.
- Capítulo 2: Estudar a comunidade de zooplâncton do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil), enfatizando a biodiversidade e as relações ecológicas exibidas por uma comunidade sujeita às condições de aridez e chuva intermitente. Hipótese: Em condições áridas a influência da mudança de aporte de água doce sobre o zooplâncton não teria efeito sobre a estrutura da comunidade devido à sua resiliência.
- Capítulo 3: Estudar os padrões de distribuição temporal em termos de densidade e produção de espécies de copépodes planctônicos no Estuário temporário do rio Pacoti (Brasil, Ceará). Hipótese: A precipitação influencia as populações de copépodes causando variações na produção dessas espécies.
- Capítulo 4: Avaliar a comunidade zooplanctônica sob o enfoque dos bioindicadores de massas d'água e das condições de poluição para fornecer subsídios que auxiliem a compreensão da dinâmica do estuário semiárido do rio Pacoti (Brasil, Ceará).

Hipóteses: No estuário semiárido do rio Pacoti, as espécies bioindicadoras do zooplâncton mostram com eficiência a origem das massas d'água. As espécies bioindicadoras do zooplâncton podem revelar a qualidade ambiental do estuário semiárido do Rio Pacoti em relação a fatores antrópicos.

Referências Bibliográficas

BACON, P. R. Plankton studies in a Caribbean estuarine environment. **Caribbean Journal of Science**, v. 11, n. 1-2, p. 81-89, 1973.

BEAUGRAND, G. The North Sea regime shift: Evidence, causes, mechanisms and consequences. **Progress In Oceanography**, v. 60, n. 2-4, p. 245-262, 2004. ISSN 0079-6611. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079661104000308> >. Acesso em: 2004/3//.

BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys, 1999. 1627

BONECKER, A. C. T. B., S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton marinho. In: PEREIRA, R. C. S.-G., A. (Ed.). **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. cap. 6, p.213-239.

BONNET, D.; FRID, C. Seven copepod species considered as indicators of water-mass influence and changes: results from a Northumberland coastal station. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 61, n. 4, p. 485-491, January 1, 2004 2004. Disponível em: < <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/61/4/485.abstract> >.

BRANDINI, F. P. et al. **Planctologia na plataforma continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica**. Rio de Janeiro: MMA-CIRM-FEMAR, 1997. 196

CRELIER, A. M.; DAPONTE, M. C. Chaetognatha of the Brazil-Malvinas (Falkland) confluence: distribution and associations. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 94, p. 403-412, 2004. ISSN 0073-4721. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212004000400008&nrm=iso >.

DUTRA, J. L. **Variação temporal do macrozooplâncton no estuário do Rio Ceará (CE)**. 2008. 38, Universidade Federal do Ceará

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; TUNDISI, J. G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 44, n. 1, p. 23-33, 1996. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87591996000100003&nrm=iso >.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Zooplankton abundance and biomass in tropical estuary (Pina Estuary - Northeast Brazil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 28, n. 1, p. 21-34, 2000.

FAIRBRIDGE, R. W. The estuary: its definition and geochemical role

In: OLAUSSON, E. e CATO, I. (Ed.). **Chemistry and Geochemistry of Estuaries**. New York John Wiley, 1980. p.1-35.

FERNANDES, L. L. et al. Seasonal chaetognath abundance and distribution in a tropical estuary (Southeastern, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, p. 47-53, 2005. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592005000100005&nrm=iso >.

GÓMEZ-ERACHE, M. W. et al. Wind effect as forcing factor controlling distribution and diversity of copepods in a shallow temperate estuary (Solís Grande, Uruguay). **Scientia Marina**, v. 64, n. 1, p. 87-95, 2000.

INTXAUSTI, L. et al. Size-related response of zooplankton to hydroclimatic variability and water-quality in an organically polluted estuary of the Basque coast (Bay of Biscay). **Journal of Marine Systems**, v. 94, p. 87-96, Jun 2012. ISSN 0924-7963. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000300748500008 >.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: Biological Aspects**. Boca Raton: CRC Pres, 1986.

KETCHUM, B. H. **Estuaries and enclosed seas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. 500

LANSAC-TÔHA, A. L.; LIMA, A. F. Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 4, p. 82-96, 1993.

LIMA, A. D. F. **Estudo da composição do plâncton na região estuarina do rio Cocó (Ceará-Brasil)**. 2003. (Monografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LOPES, R. M. Marine zooplankton studies in Brazil: a brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, p. 369-379, 2007. ISSN 0001-3765. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652007000300002&nrm=iso >.

LOPES, R. M. et al. O zooplâncton marinho da região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. e MADUREIRA, L. S. (Ed.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2006. p.265-358.

MARQUES, S. et al. Predicting zooplankton response to environmental changes in a temperate estuarine ecosystem. **Marine Biology**, v. 155, n. 5, p. 531-541, 2008. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-008-1052-6> >.

MCLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2ª. Glasgow: Blackie, 1989. 215

MCLUSKY, D. S.; ELLIOTT, M. **The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats, and Management**. New York: Oxford University Press, 2004.

MIRANDA, L. B. et al. **Princípios de Oceanografia Física dos Estuários**. São Paulo: Editora da USP, 2002.

NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Variação diurna e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Ipojuca, PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 103-133, 1996.

PEREIRA, S. M. R. **Estudo quanto-qualitativo do plâncton relacionado com as principais condições físico-químicas do Rio Cocó, Fortaleza - Ceará - Brasil**. 1989. (Monografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PERILLO, G. M. E. Definitions and Geomorphologic Classifications of Estuaries. In: PERILLO, G. M. E. (Ed.). **Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Development in Sedimentology**: Elsevier Science, v.53., 1995. p.17-47.

PRITCHARD, D. W. What is an estuary: a physical viewpoint. In: LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries**. Washington: American Association of Advancement of Science, 1967. p.3-5.

SÁ, C. A. P. **Estudos preliminares sobre o plâncton da Barra Ceará (Ceará – Brasil)**. 1978. (Monografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul. Uma introdução às Ciências Marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 202

SILVA, T. A. et al. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 439-446, 2003.

SILVA, T. A. et al. Zooplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife – PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 79-102, 1996.

SOUZA-PEREIRA, P. E.; CAMARGO, A. F. M. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplantônica, com ênfase nos copepodas do estuário do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 9-17, 2004.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 95-105, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592006000200001&nrm=iso >.

TEIXEIRA, E. G. **Identificação do fitoplâncton e zooplâncton do estuário do Rio Ceará - Brasil**. 2003. (Monografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. Serie: Oceanografia biológica**, v. 19, p. 1-22, 1970.

VEGA-PÉREZ, L. A. et al. Feeding of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea: Decapoda) in the laboratory. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 44, p. 1-8, 1996. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87591996000100001&nrm=iso >.

VILLATE, F. Tidal influences on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, Bay of Biscay). **Scientia Marina**, v. 61, n. 2, p. 173-188, 1997.

**CAPÍTULO 1: Cenário do mesozoplâncton estuarino no
Nordeste do Brasil: uma ferramenta para a conservação**

Cenário de mesozooplâncton Estuarino no Nordeste do Brasil: uma ferramenta para a conservação

Resumo: A costa brasileira se estende pelo Oceano Atlântico, cobrindo 7.367 km. Devido à essa grande extensão, um estudo recente subdividiu o litoral em cinco setores, cuja região nordeste do Brasil está representada em três destes setores. Nestes setores, alguns dos estuários podem ser classificados como temporários, com características estuarinas em parte do ano. Os estudos sobre o zooplâncton estuarino no nordeste do Brasil vêm sendo realizados desde meados da década de 70. Durante o período de chuvas, as espécies marinhas entram no estuário durante a preamar, e na baixa-mar, as espécies límnicas povoam o ambiente. Na estiagem, como não há aporte fluvial no estuário, a influência marinha é bastante acentuada, e a comunidade zooplanctônica passa a ser formada por organismos marinhos eurialinos. No Brasil, há escassez de informações sobre o zooplâncton em estudos de longo prazo. Esta abordagem deve ser incentivada, assim como o estudo em toda a região Nordeste, pois ainda há muitos estuários onde o zooplâncton nunca foi estudado.

Palavras-chave: Comunidade zooplanctônica, Copepoda, estuário temporário, estuário tropical, mesozooplâncton.

Abstract: The Brazilian coast extends across the Atlantic Ocean, covering 7,367 km. Due to this large area, a recent study subdivided the coast in five sectors, whose Brazilian northeastern is represented in these three sectors. In these areas, estuaries can be classified as temporary, with estuarine characteristics in part of the year. Studies on estuarine zooplankton in northeastern Brazil have been conducted since 1970s. During the rainy season, the marine species penetrate into the estuary during high tide and in low tide, limnic species inhabit the environment. In the dry season, there is a small contribution of the river in estuary which cause a marine influence most pronounced; in this conditions the zooplankton community is composed by euryhaline marine organisms. In Brazil, there is little information about zooplankton in long-term studies. This approach should be encouraged, as well as the study throughout the Northeast area. There are still many estuaries where zooplankton has never been studied.

Keywords: Zooplankton community, Copepoda, Temporary estuary, Tropical estuary, Mesozooplankton.

Introdução

O ambiente estuarino é uma região costeira semifechada (Schmiegelow, 2004), caracterizada pela constante mudança na mistura das águas doce e salgada e pela dominância de sedimento fino carreado para dentro do estuário que se acumula formando os bancos de lama (Mclusky, 1989a). As águas deste ambiente são biologicamente mais produtivas que as do rio e do mar adjacente (Miranda, Castro et al., 2002) e têm alta produtividade primária e secundária (Kennish, 1986). Devido a esta alta produtividade e oferta de abrigo para os organismos, os estuários são importantes áreas de alimentação e de reprodução para muitas espécies de vertebrados e invertebrados (Tundisi, 1970).

Dentre os organismos que habitam este ambiente, destaca-se o zooplâncton, que é notadamente conhecido como parte vital na teia alimentar em águas costeiras e oceânicas, sendo elo intermediário entre os produtores primários (fitoplâncton) e os consumidores secundários (Kennish, 1986). O conhecimento da variabilidade da composição e da abundância do zooplâncton estuarino em diferentes escalas temporais é um pré-requisito para a compreensão da dinâmica do ecossistema (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008). Especialmente nos estuários, a organização espacial da comunidade do zooplâncton é influenciada pelas propriedades físicas, químicas e biológicas das massas de água (Villate, 1997). Variações nos fatores abióticos e bióticos podem causar mudanças temporais na distribuição e abundância do zooplâncton (Gómez-Erache, Norbis et al., 2000) e, conseqüentemente, na dinâmica populacional (Sterza, J. M. e Fernandes, L., 2006).

Nos trópicos, a precipitação pluviométrica desponta como um fator de grande importância ecológica no controle de características populacionais (Bacon, 1973). As marés e a pluviosidade influenciam a distribuição da salinidade do estuário, evidenciando diferenças entre os períodos de chuva e de estiagem (Neumann-Leitão, Gusmão et al., 1996; Eskinazi-Sant'anna, 2000; Sterza, J. M. e Fernandes, L. L., 2006; Cavalcanti, Neumann-Leitão et al., 2008). A variação sazonal da salinidade define a distribuição da comunidade zooplânctônica que tende a aumentar próximo à foz e a diminuir rio acima (Souza-Pereira e Camargo, 2004), resultando, em alguns períodos, na dominância de espécies eurialinas de origem marinha (Lansac-Tôha e Lima, 1993; Silva, Paranaguá et al., 1996; Eskinazi-Sant'anna, 2000).

Alguns estuários do nordeste do Brasil podem ser classificados como temporários, com características de circulação e mistura tipicamente estuarina (Miranda, Castro et al., 2002). Mesmo não havendo a diluição mensurável de suas águas durante todo o ano, este ambiente

deve ser considerado como um estuário por apresentar as características estuarinas em pelo menos parte do ano (Day, 1980).

A variabilidade da distribuição de chuvas na região Nordeste está relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com as interações oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico (Coelho, 2010). Devido à baixa capacidade de infiltração e retenção de água, aliada à elevada evapotranspiração potencial e à existência de longos períodos de seca, parte importante dos cursos d'água do nordeste brasileiro são intermitentes (Mma, 2004).

Em função das características apontadas, as políticas públicas historicamente implementadas nessa região conferiram prioridade à acumulação das águas provenientes das chuvas em reservatórios, de grande, médio e pequeno porte, como forma de garantir o abastecimento humano e animal, a agricultura, a pesca, o uso industrial e o lazer. Dada a urgência em ofertar água e em promover o desenvolvimento, as intervenções governamentais tenderam a se concentrar em obras hídricas pontuais (construção de barragens, adutoras, perfuração de poços e implantação de projetos de irrigação), desvinculadas de um processo efetivo de desenvolvimento integrado e sustentável para a região (Mma, 2004). Os açudes públicos construídos possibilitaram a perenização de 3.320 km de rios intermitentes do semiárido Nordestino (Gondim Filho, 1994).

No entanto, represamentos alteram as características da massa de água de "rio" para "lago", afetando não só a hidrologia, mas também suas características físicas, químicas e biológicas (Friedl e Wüest, 2002), comprometendo significativamente a sustentabilidade ambiental desses ecossistemas (Pinheiro e Morais, 2010). De modo geral, barramentos implicarão no avanço da intrusão salina, aumento do tempo de residência dos estuários, hipersalinização e na redução da carga de sedimentos e nutrientes para a zona costeira (Pinheiro, Medeiros et al., 2004; Araújo, Güntner et al., 2006; Morais, Pinheiro et al., 2008). Outro problema comumente observado nos estuários do Nordeste do Brasil está relacionado ao esgoto doméstico, portanto, intimamente ligada à densidade da população humana, principalmente próxima às cidades (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008).

Cenários como aqui apresentados, simultaneamente, demonstram a natureza dos serviços ecológicos realizados pelos ecossistemas costeiros, bem como criam o contexto em que se poderiam priorizar as opções de gerenciamento disponíveis para remediar as causas

antropogênicas da deterioração dos ecossistemas envolvidos e aplicar programas de conservação.

O objetivo deste trabalho foi sintetizar argumentos e ideias de pesquisas sobre mesozoplâncton em estuários do Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

Devido à extensão e constituição da costa brasileira, o litoral foi subdividido em cinco setores, com base na climatologia e nos critérios geológicos e geomorfológicos da zona costeira: Costa Norte Quaternária, Costa Nordeste Semiárida, Costa Nordeste-Leste Úmida, Costa Granítica Sul e Costa Sul Quaternária (Lacerda, 2005). A região nordeste do Brasil está representada em três destas zonas, Costa Norte Quaternária, Costa Nordeste Semiárida e Costa Nordeste-Leste Úmida (Figura 1.1).



Figura 1.1. Região Nordeste do Brasil, evidenciando as zonas Costa Norte Quaternária (Maranhão - MA e Piauí - PI), Costa Nordeste Semiárida (Ceará - CE, Rio Grande do Norte - RN, Paraíba - PB, Norte de Pernambuco - PE) e Costa Nordeste-Leste Úmida (Sul de Pernambuco - PE, Alagoas - AL, Sergipe - SE e Bahia - BA). (ArcGIS-IBGE).

A Costa Norte Quaternária abrange a região Norte do Brasil até o estado do Piauí. A Costa Nordeste Semiárida se estende do estado do Ceará (3°65'S) até o norte do estado de Pernambuco (7°30'S). Neste setor, as feições costeiras são dominadas por praias arenosas, campos de deflação eólica e dunas recentes e antigas, linhas de recifes próximas aos estuários, lagunas e lagoas costeiras. A Costa Nordeste-Leste Úmida corresponde à região costeira entre a Ilha de Itamaracá (7°30'S) até o estado do Rio de Janeiro. Essa área costeira é caracterizada por extensos planos arenosos quaternários (Idema, 2005; Maia, Lacerda et al., 2006; Semace, 2006).

Método

Este trabalho foi baseado em pesquisa bibliográfica utilizando dados de estudos sobre zooplâncton coletados com rede de 200 e 300µm, nos últimos 30 anos, que foram publicados em revistas científicas. A "literatura cinza" (monografias, dissertações e teses) também foi utilizada caso o trabalho ainda não tenha sido publicado. As publicações foram classificadas de acordo com o tema abordado (Distribuição temporal, Distribuição horizontal, Ciclo nictemeral, Ecologia larval, Distribuição e ecologia de táxons específicos, Fisiologia e Biomassa e Biodiversidade).

Devido à dificuldade de acesso a muitos trabalhos, este estudo não representa uma revisão completa de toda a literatura estuarina, porém os dados são satisfatórios para dar um panorama geral do mesozooplâncton estuarino no Nordeste.

Resultados e Discussão

Os estudos sobre o zooplâncton estuarino no nordeste do Brasil vêm sendo realizados desde meados da década de 70 (Neumann-Leitão, 1994/95). No entanto, em alguns estados, poucas informações são conhecidas sobre a comunidade zooplanctônica (Figura 1.2). Alguns desses estudos foram publicados em periódicos nacionais (60%), em periódicos internacionais (20%) ou estão no formato de teses (20%). Como a região tropical do Brasil tem os períodos de chuva e de estiagem bem definidos, muitos estudos utilizam esta abordagem para a comunidade zooplanctônica (Tabela 1.1).

Referências sobre o zooplâncton estuarino coletados com rede de 200 e 300µm não foram encontradas para os estados do Maranhão (MA) e Piauí (PI).

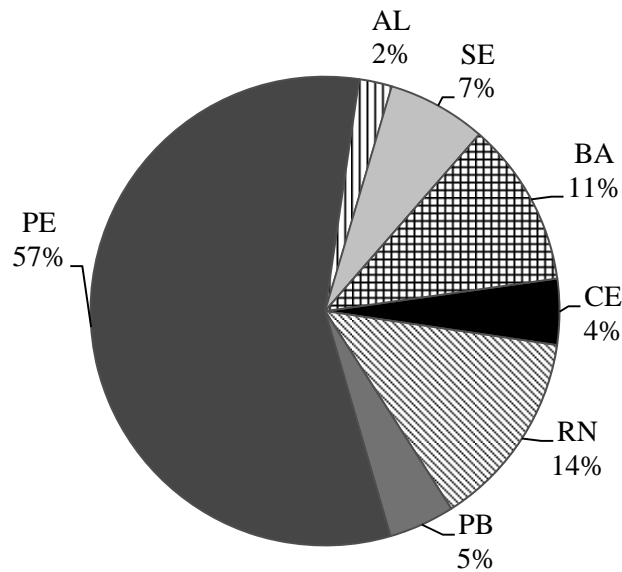


Figura 1.2. Percentual de estudos realizados sobre o zooplâncton estuarino nos estados do Ceará – CE, Rio Grande do Norte – RN, Paraíba – PB, Pernambuco – PE, Alagoas – AL, Sergipe – SE e Bahia – BA (Brasil: Nordeste).

Além das variações associadas ao regime pluviométrico, a densidade dos organismos holoplanctônicos ao longo do dia também sofrem influência das marés (Mcclusky, 1989b). Diferentes estágios de maré podem promover algum tipo de transporte bem como alterações nas condições físico-químicas do estuário (Neumann-Leitão, Gusmão et al., 1996). Apesar de variações serem conhecidas, a falta de padrão é comum a estuários tropicais e são importantes na estruturação da comunidade (Buskey, 1993). De modo geral, durante o período de chuvas, as espécies marinhas entram no estuário durante a preamar, e na baixa-mar, as espécies límnicas povoam o ambiente (Dutra, 2008). No período de estiagem, como não há aporte fluvial no estuário, a influência marinha é bastante acentuada, e a comunidade zooplanctônica passa a ser formada por organismos marinhos eurialinos (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003). Em geral, a distribuição das espécies ao longo do ciclo das marés reflete uma sobreposição de diferentes padrões de espécies marinhas e estuarinas (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008).

Tabela 1.1. Publicações sobre temas específicos do zooplâncton estuarino na Costa Norte Quaternária, na Costa Nordeste Semiárida e na Costa Nordeste-Leste Úmida do Brasil.

Tema	Referência		
	Costa Norte Quaternária	Costa Nordeste Semiárida	Costa Nordeste-Leste Úmida
Distribuição temporal	-	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Silva, Barbosa et al., 2009), (Dutra, 2008), (Nordi, 1982)	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Neumann-Leitão, Souza et al., 1999), (Nascimento-Vieira, 1987/89)
Distribuição horizontal	-	(Serpe, Adloff et al., 2010), (Pekala, 1980), (Silva, Barbosa et al., 2009), (Nordi, 1982)	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Santos, 2007)
Ciclo nictemeral	-	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	(Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008)
Ecologia larval	-	Larva de crustáceos decápodes (Sankarankutty, Lins Oliverira et al., 1995), (Schwamborn, Melo Júnior et al., 2008), (Schwamborn, Neumann-Leitão et al., 2001), (Schwamborn, Ekau et al., 2002)	-
Distribuição e ecologia de táxons específicos	-	<i>Pseudodiptomus trihamatus</i> (Medeiros, Medeiros et al., 2006), Copepoda (Magris, Pereira et al., 2011), Rotifera (Medeiros, Barbosa et al., 2010), (Melo Júnior, Almeida et al., 2007), (Neumann-Leitão, Paranaguá et al., 1992), <i>Oikopleura dioica</i> (Esnal, Sankarankutty et al., 1985)	Copepoda (Dias, Araujo et al., 2009), Cladocera (Paranaguá, Neumann-Leitão et al., 2005)
Fisiologia e Biomassa	-	(Schwamborn e Silva, 1996), (Melo Júnior, Paranaguá et al., 2007)	-
Biodiversidade	-	(Nordi, 1982), (Fonsêca e Klein, 1976)	-

Zooplâncton desempenha um papel chave na estrutura do ecossistema devido à sua resposta rápida a condições abióticas, especialmente em ambientes impactados (Neumann-Leitão, Souza et al., 1999). No estuário do Rio Tabatinga (Costa Nordeste-Leste Úmida -

Estado da Bahia), o menor número de táxons e a baixa densidade da maioria dos táxons de zooplâncton e ictioplâncton podem refletir as condições de má qualidade da água neste estuário devido à poluição orgânica causada por efluentes das fazendas de camarão (Marcolin, Conceição et al., 2010).

As análises de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido da água estuarina caracterizam variações expressivas relacionadas ao ciclo de maré semidiurna (Bacon, 1973). Em ambientes tropicais, não há flutuações na temperatura da água (Nordi, 1982; Sankarankutty, Lins Oliverira et al., 1995; Almeida, 2006; Santos, Gusmão et al., 2009; Serpe, Adloff et al., 2010). No entanto, de acordo com as características físicas dos estuários, é possível encontrar grandes variações na salinidade, onde no período de chuvas tem valores próximo ou igual a zero e no estio podem atingir valores maiores que 35 (Ara, 2002). Assim, a distribuição de zooplâncton está relacionado com um gradiente horizontal da salinidade (Matsumura-Tundisi, 1972; Almeida, 2006).

Algumas informações sobre a biomassa de plâncton são conhecidas. No Canal de Santa Cruz (Costa Nordeste Semiárida - Estado de Pernambuco), a biomassa do zooplâncton variou em relação ao ciclo das marés; na estação chuvosa, a biomassa variou de $1,4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (01:00h) a $374,7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (13:00h), ambos durante a maré enchente, com biomassa média de $47,4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. No período de estiagem, a biomassa variou de $0,92 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (maré baixa diurna - 10:00h) a $408,19 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (maré vazante diurna - 7:00h), com uma biomassa média de $57,9 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003).

A fauna planctônica de estuários pode variar na abundância e densidade das espécies, mas Copepoda é o grupo mais representativo em estuários brasileiros, exceto nos períodos de reprodução do meroplâncton, representando mais de 70% do mesozooplâncton (Lucas, Severi et al., 2008; Melo, Neumann-Leitão et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009). Os copépodes são herbívoros, carnívoros, onívoros ou detritívoros (Schwamborn e Bonecker, 1996; Schwamborn, Ekau et al., 2002); espécies carnívoras e onívoras diversificaram os hábitos alimentares, que vão desde a ingestão de partículas aderentes ao detrito marinho e agregados (incluindo bactérias, microalgas e protistas) a predação de larvas e juvenis (Brandini, Lopes et al., 1997). O zooplâncton herbívoro fornece energia para os organismos de alto nível trófico, no entanto, muitos dos organismos do zooplâncton são onívoros, tornando complexa a estrutura da teia alimentar estuarina (Kennish, 1986; Silva, Neumann-Leitão et al., 2004).

Dentre as espécies de Copepoda que ocorrem na Costa Nordeste Semiárida e na Costa Nordeste-Leste Úmida (Tabela 1.2), *Acartia lilljeborgii*, *Calanopia americana*,

Pseudodiaptomus acutus, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus richardi*, *Temora turbinata*, *Euterpina acutifrons* e *Oithona hebes* são frequentemente mencionadas (Pekala, 1980; Nascimento-Vieira, 1987/89; Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Dias, Araujo et al., 2009).

Acartia lilljeborgii é uma espécie estuarina e costeira (Björnberg, 1981) comumente encontrada em estuários brasileiros (Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Eskinazi-Sant'anna e Björnberg, 2006; Santos, Gusmão et al., 2009). *Temora turbinata* ocorre em ambientes costeiros e oceânicos (Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999) e é uma espécie exótica à costa brasileira, tendo sido introduzida provavelmente através de águas de lastro. No Brasil, esta espécie vem sendo encontrada em vários estuários (Ara, 2002; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Sterza, J. M. e Fernandes, L. L., 2006). Os copépodes do gênero *Pseudodiaptomus* são os únicos tipicamente estuarinos (Björnberg, 1981). As espécies *P. acutus*, *P. marshi* e *P. richardi* são comuns nestes ambientes do Brasil (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Magalhães, Bessai et al., 2009; Marcolin, Conceição et al., 2010) e *P. trihamatus* é exótico (Medeiros, Medeiros et al., 2006). *Oithona hebes* é encontrada em áreas costeiras e estuarinas (Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999), enquanto *E. acutifrons* habita a região costeira podendo ocorrer no interior do estuário (Björnberg, 1981).

Outras espécies do holoplâncton também são frequentes no ambiente estuarino do Nordeste: o crustáceo *Lucifer faxoni* (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009), o quetognato *Sagitta tenuis* (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009) e as apendiculárias *Oikopleura longicauda* (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Lucas, Severi et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009) e *Oikopleura dioica* (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Lucas, Severi et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009). Cladocera tem sido citado em vários estudos (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Cavalcanti, Neumann-Leitão et al., 2008) e informações detalhadas podem ser encontradas em (Paranaguá, Neumann-Leitão et al., 2005). Informação sobre rotíferos são encontrados em (Neumann-Leitão, Paranaguá et al., 1992) e (Medeiros, Barbosa et al., 2010) com espécie eurialina *Brachionus plicatilis* O. F. Müller, 1786, sendo dominante na maioria dos sistemas estuarinos.

Tabela 1.2. Copepoda citados nas publicações sobre o zooplâncton estuarino na Costa Norte Quaternária, na Costa Nordeste Semiárida e na Costa Nordeste-Leste Úmida do Brasil. Distribuição (D) : E - estuarino, N - nerítico, C - costeiro, O - oceânico, L - límnic, EX - exótico ao Brasil.

Taxa	Distribuição (Björnberg, 1981; Bradford- Grieve, Markhaseva et al., 1999)	Estuários da Costa Norte Quaternária	Referência	Estuários estudados da Costa Nordeste Semiárida	Referência	Estuários estudados da Costa Nordeste- Leste Úmida	Referência
CALANOIDA							
<i>Acartia danae</i>	O	-	-	Rio Carrapicho (PE), Rio Botafogo (PE) e Rio Ceará (CE).	(Santos, Gusmão et al., 2009), (Dutra, 2008)	-	-
<i>Acartia lilljeborgii</i>	E, C?	-	-	Rio Siriji (PE), Canal de Santa Cruz (PE), Rio Carrapicho (PE) e Rio Botafogo (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Melo, Neumann- Leitão et al., 2008)	Bacia do Pina (PE), Rio Timbó (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marau (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura- Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi- Sant'anna e Tundisi, 1996), (Nascimento-Vieira, 1987/89), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Acartia tonsa</i>	E, C, O	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE), Rio Marau (BA)	(Santos, 2008), (Santos, 2007)
<i>Calanopia americana</i>	N	-	-	Rio Ceará (CE), Laguna de Guaraíras (RN), Rio Siriji (PE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Silva, Neumann- Leitão et al., 2003), (Lucas, Severi et al., 2008), (Dutra, 2008), (Melo, Neumann- Leitão et al., 2008), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Ipojuca (PE), Rio Timbó (PE), Rio Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marau (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura- Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Nascimento- Vieira, 1987/89), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)

<i>Calocalanus pavo</i>	O	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE) e Baía de Suape (PE).	(Pessoa, 2009), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)
<i>Centropages furcatus</i>	C,O	-	-	Rio Ceará (CE), Laguna de Guarairas (RN) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Dutra, 2008), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Centropages gracilis</i>	C,O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003)	-	-
<i>Clausocalanus furcatus</i>	O	-	-	Rio Ceará (CE), Canal de Santa Cruz (PE), Rio Carrapicho (PE) e Rio Botafogo (PE).	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Santos, Gusmão et al., 2009)	Bacia do Pina (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Santos, 2007)
<i>Labidocera fluviatilis</i>	N	-	-	Rio Carrapicho (PE), Rio Botafogo (PE), Canal de Santa Cruz (PE) e Rio Ceará (CE).	(Santos, Gusmão et al., 2009), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008), (Dutra, 2008)	Rio Sergipe (SE), Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Marauá (BA)	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)
<i>Labidocera minuta</i>	O	-	-	Rio Carrapicho (PE)	(Santos, Gusmão et al., 2009)	-	-
<i>Labidocera nerii</i>	O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	-	-
<i>Lucicutia flavicornis</i>	O	-	-	-	-	Rio Ipojuca (PE)	(Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998)
<i>Macrosetella gracilis</i>	O	-	-	-	-	Baía de Suape (PE) e Rio Marauá (BA).	(Santos, 2007), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	O	-	-	-	-	Rio Marauá (BA)	(Santos, 2007)

<i>Nanocalanus minor</i>	O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	Baía de Suape (PE)	(Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)
<i>Notodiaptomus cearensis</i>	L	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE)	(Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996)
<i>Paracalanus aculeatus</i>	O?	-	-	Rio Ceará (CE), Rio Carrapicho (PE), Rio Botafogo (PE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Santos, Gusmão et al., 2009), (Dutra, 2008), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	Bacia do Pina (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Paracalanus indicus</i>	C	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999)	Baía de Suape (PE) e Rio Pina (PE).	(Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)
<i>Paracalanus quasimodo</i>	C	-	-	Laguna de Guarafiras (RN) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Almeida, 2006)	Rio Ipojuca (PE), Bacia do Pina (PE), Rio Marauá (BA), Rio Sergipe (SE) e Rio Caravelas (BA).	(Araújo, 2006), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	C?	-	-	Rio Ceará (CE), Canal de Santa Cruz (PE), Rio Carrapicho (PE) e Rio Botafogo (PE).	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Dutra, 2008), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Rio Timbó (PE), Baía de Suape (PE), Rio São Francisco (AL/SE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Neumann-Leitão, Souza et al., 1999), (Nascimento-Vieira, 1987/89), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Pontellopsis brevis</i>	O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003)	Rio Sergipe (SE) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007)

<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	E	-	-	Rio Ceará (CE), Laguna de Guarairás (RN), Canal de Santa Cruz (PE), Rio Siriji (PE), Rio Carrapicho (PE) e Rio Botafogo (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Dutra, 2008), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Santos, 2008; Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	E	-	-	Rio Ceará (CE), Rio Siriji (PE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Dutra, 2008), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Rio Sergipe (SE) e Rio São Francisco (AL/SE).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Neumann-Leitão, Souza et al., 1999)
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	E	-	-	Laguna de Guarairás (RN), Rio Siriji (PE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Rio Sergipe (SE) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007)
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	EX	-	-	Rio Pontengi (RN)	(Medeiros, Medeiros et al., 2006), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE) e Rio Marauá (BA)	(Santos, 2008), (Santos, 2007)
<i>Subeucalanus pileatus</i>	O	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Cabral, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Dias, Araujo et al., 2009)

<i>Temora stylifera</i>	C,O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE) e Rio Carrapicho (PE).	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Timbó (PE) Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marau (BA).	(Araújo, 2006), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Nascimento-Vieira, 1987/89), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Temora turbinata</i>	EX	-	-	Rio Ceará (CE), Rio Siriji (PE), Canal de Santa Cruz (PE) e Rio Carrapicho (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Dutra, 2008), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008), (Almeida, 2006)	Bacia do Pina (PE), Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marau (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Undinula vulgaris</i>	N	-	-	Rio Carrapicho (PE)	(Santos, Gusmão et al., 2009)	Bacia do Pina (PE)	(Santos, 2008)
CYCLOPOIDA							
<i>Apocyclops procerus</i>	L	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE)	(Pessoa, 2009)
<i>Bryocyclops campaneri</i>	L	-	-	-	-	Rio Ipojuca (PE)	(Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998)
<i>Halicyclops oraeburnensis</i>	L	-	-	-	-	Rio Ipojuca (PE)	(Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998)
<i>Halicyclops oraeburnensis</i>	L	-	-	-	-	Rio São Francisco (AL/SE)	(Neumann-Leitão, Souza et al., 1999)
<i>Halicyclops thermophilus</i>	L	-	-	-	-	Rio Ipojuca (PE)	(Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998)
<i>Hemicyclops thalassius</i>	L	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003)	Bacia do Pina (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marau (BA).	(Cabral, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Dias, Araujo et al., 2009)

<i>Oithona hebes</i>	C, E	-	-	Rio Siriji (PE), Canal de Santa Cruz (PE), Rio Carrapicho (PE) e Rio Botafogo (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Oithona nana</i>	N, C, E	-	-	Canal de Santa Cruz (PE) e Rio Carrapicho (PE).	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Santos, 2008), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)
<i>Oithona oculata</i>	N, C, E	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE) e Rio Marauá (BA).	(Pessoa, 2009), (Santos, 2007)
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	C, E	-	-	Rio Siriji (PE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Lucas, Severi et al., 2008), (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Rio São Francisco (AL/SE), Rio Sergipe (SE) e Rio Marauá (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Neumann-Leitão, Souza et al., 1999)
<i>Oithona plumifera</i>	C, O	-	-	-	-	Rio Sergipe (SE), Bacia do Pina (PE)	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008)
<i>Oithona simplex</i>	C, O	-	-	-	-	Rio Sergipe (SE)	(Araújo, 2006), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008)
<i>Thermocyclops decipiens</i>	L	-	-	-	-	Rio São Francisco (AL/SE)	(Neumann-Leitão, Souza et al., 1999)
HARPACTICOIDA							
<i>Darcythompsonia radans</i>	-	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999)	-	-

<i>Euterpina acutifrons</i>	C	-	-	Rio Ceará (CE), Canal de Santa Cruz (PE), Rio Carrapicho (PE) e Rio Botafogo (PE).	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009), (Dutra, 2008), (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Rio Timbó (PE), Baía de Suape (PE), Rio Caravelas (BA) e Rio Marauá (BA).	(Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Nascimento-Vieira, 1987/89), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Microsetella norvegica</i>	C, O	-	-	Rio Carrapicho (PE)	(Santos, Gusmão et al., 2009)	Rio Caravelas (BA)	(Cabral, 2009)
<i>Microsetella rosea</i>	O	-	-	Rio Ceará (CE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Melo, Neumann-Leitão et al., 2008), (Dutra, 2008)	-	-
<i>Nannopus palustris</i>	-	-	-	-	-	Rio Ipojuca (PE)	(Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998)
<i>Onychocampus mohammed</i>	-	-	-	-	-	Rio Ipojuca (PE)	(Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998)
<i>Tisbe bermudensis</i>	-	-	-	Laguna de Guarairas (RN) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999)	Rio Caravelas (BA)	(Dias, Araujo et al., 2009)
POECILOSTOMATOIDA							
<i>Corycaeus amazonicus</i>	C	-	-	Canal de Santa Cruz (PE) e Rio Carrapicho (PE).	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999), (Santos, Gusmão et al., 2009)	Rio Sergipe (SE)	(Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008)
<i>Corycaeus giesbrechi</i>	O	-	-	Rio Ceará (CE) e Canal de Santa Cruz (PE).	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003), (Dutra, 2008)	Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), Rio Sergipe (SE), Rio Marauá (BA) e Rio Caravelas (BA).	(Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998), (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008), (Santos, 2007), (Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), (Dias, Araujo et al., 2009)
<i>Corycaeus speciosus</i>	O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999),	Baía de Suape (PE)	(Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009)

<i>Farranula gracilis</i>	O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Melo, Neumann-Leitão et al., 2008)	Bacia do Pina (PE)	(Pessoa, 2009)
<i>Oncaea media</i>	O	-	-	Canal de Santa Cruz (PE)	(Silva, Neumann-Leitão et al., 2003)	Rio Sergipe (SE)	(Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008)
<i>Oncaea venusta</i>	O	-	-	-	-	Bacia do Pina (PE)	(Pessoa, 2009), (Santos, 2008)

Quanto ao meroplâncton, a densidade varia de acordo com o período reprodutivo das espécies bentônicas e nectônicas (Tundisi, 1970). A ocorrência de estágios larvais de organismos bentônicos já é esperada devido à riqueza de espécies bentônicas em ambientes estuarinos (Kennish, 1986; Mclusky, 1989a). A larva zoea de *Brachyura* é facilmente encontrada neste ambiente (Schwamborn, Neumann-Leitão et al., 2001; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Cavalcanti, Neumann-Leitão et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009). Juntamente com outros organismos, essas larvas são exportadas para as áreas costeiras adjacentes, influenciando as teias alimentares pelágicas marinhas (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008). Velígeres de *Gastropoda* e de *Bivalvia*, *Hydromedusae*, larvas de *Polychaeta*, náuplios de *Cirripedia*, larva *Cyphonautes* (*Ectoprocta*) também são comuns nos ambientes estuarinos no Nordeste (Porto Neto, Neumann-Leitão et al., 1999; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Lucas, Severi et al., 2008; Santos, Gusmão et al., 2009).

Além das variações ocasionadas pelas particularidades climáticas e físicas da região Nordeste do Brasil, é importante considerar as possíveis modificações oriundas das atividades antrópicas características do Antropoceno. A busca por indicadores que possam confirmar a ocorrência das mudanças climáticas globais podem permitir uma avaliação sobre a vulnerabilidade dos ecossistemas naturais às alterações do clima e o efeito sobre atividades humanas que dependem da integridade desses sistemas (Lacerda, Godoy et al., 2010).

Embora as investigações biológicas em estuários da Costa Brasileira tenham gerado informações sobre o zooplâncton, a maioria desses estudos é restrita para avaliar alterações sazonais ou intermareais. No Brasil, há escassez de informações sobre as variações do zooplâncton em estudos de longo prazo (Lopes, 2007; Magris, Pereira et al., 2011). Análises de séries temporais mostram mudanças bruscas de abundância do plâncton e nas correlações com diversidade, produtividade do nível trófico e dados meteorológicos (Souissi, Molinero et al., 2007). Copépodes são potenciais ferramentas de grande importância para esta abordagem de longo prazo em áreas costeiras (Christou, 1998). No entanto, o conhecimento do zooplâncton em estudos de longo prazo está baseado em exemplos derivados de águas temperadas; desta forma, estudos na descrição destes padrões devem ser incentivados em ambientes tropicais (Magris, Pereira et al., 2011).

Na costa cearense (Nordeste, Brasil), estudos no rio Jaguaribe, no seu estuário e em regiões da plataforma continental adjacente, apontaram alguns processos naturais que podem servir como indicadores confiáveis dos impactos advindo das mudanças climáticas. Alterações significativas estão ligadas a diminuição da pluviosidade e da disponibilidade de

água fluvial, também acentuada nas últimas décadas. A pequena vazão dos rios do semiárido reduz a descarga de sedimentos no mar e facilita a erosão costeira. Além disso, a construção de barragens reduz ainda mais a vazão desses rios (Lacerda, Godoy et al., 2010). Contudo, nesta região não há estudos detalhados das espécies do zooplâncton, tão poucas séries temporais que permitam relacionar as alterações do ambiente.

De forma abrangente, é possível supor que a comunidade zooplanctônica em estuários do nordeste poderá apresentar algum tipo de alteração em resposta direta às modificações do ambiente. Tais mudanças poderão estar relacionadas ao aumento da influência marinha, que promoverá o deslocamento do ambiente estuarino rio acima. Essas modificações trarão alterações na ocorrência e distribuição espacial das populações, sejam elas, límnicas, estuarinas ou marinhas. É também importante incentivar o estudo em toda a região Nordeste, pois ainda há muitos estuários onde a comunidade zooplanctônica nunca foi estudada. Ainda faltam informações sobre espécies e populações, bem como análise de biomassa e relações ecológicas.

Agradecimentos

Agradecemos Luiz J. C. Bezerra para a preparação do mapa utilizado neste artigo.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. R. **Avaliação espaço-temporal do zooplâncton da laguna estuarina de Guarairas (RN, Brasil)**. 2006. 67 Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

ARA, K. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 4, p. 399-406, Dec 2002. ISSN 0214-8358.

ARAÚJO, H. M. P. O zooplâncton do estuário do rio Sergipe. In: ALVES, J. D. P. H. (Ed.). **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**: Editora UFS, 2006. p.70-86.

ARAÚJO, H. M. P. et al. Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 751-762, 2008. ISSN 1519-6984.

ARAÚJO, J. C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v. 51, n. 1, p. 157 - 170, 2006. ISSN 0262-6667. Acesso em: May 26, 2011.

BACON, P. R. Plankton studies in a Caribbean estuarine environment. **Caribbean Journal of Science**, v. 11, n. 1-2, p. 81-89, 1973.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas Del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. p.587-679.

BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Zooplankton of the South Atlantic Ocean**. Leiden: Backhuys Publishers, v.2, 1999. p.869-1098.

BRANDINI, F. P. et al. **Planctologia na plataforma continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica**. Rio de Janeiro: MMA-CIRM-FEMAR, 1997. 196.

BUSKEY, E. J. Annual Pattern of Microzooplankton and Mesozooplankton Abundance and Biomass in a Subtropical Estuary. **Journal of Plankton Research**, v. 15, n. 8, p. 907-924, Aug 1993. ISSN 0142-7873. Disponível em: <<Go to ISI>://A1993LV05200003 >.

CABRAL, C. R. **Análise da estrutura e transporte do zooplâncton no estuário do rio Caravelas (Bahia-Brasil) através do uso do zooscan**. 2009. 135 Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozooplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 3, p. 436-444, 2008. ISSN 0101-8175. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752008000300008&nrm=iso>.

CHRISTOU, E. D. Interannual variability of copepods in a Mediterranean coastal area (Saronikos Gulf, Aegean Sea). **Journal of Marine Systems**, v. 15, n. 1-4, p. 523-532, Jun 1998. ISSN 0924-7963. Disponível em: <<Go to ISI>://000074876100059 >.

COELHO, S. C. B. **Características da precipitação pluviométrica do nordeste brasileiro e seus padrões de acoplamento com as TSM do Pacífico Equatorial e do Atlântico Sul**. 2010. Universidade Federal de Alagoas

DAY, J. H. What is an estuary? **South African Journal of Science**, v. 76, p. 198, 1980.

DIAS, C. O.; ARAUJO, A. V.; BONECKER, S. L. C. Seasonal variability of planktonic copepods (Copepoda: Crustacea) in a tropical estuarine region in Brazil. **Zoologia (Curitiba, Impresso)**, v. 26, p. 705-715, 2009. ISSN 1984-4670. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702009000400015&nrm=iso >.

DUTRA, J. L. **Variação temporal do macrozooplâncton no estuário do Rio Ceará (CE)**. 2008. 38 Universidade Federal do Ceará

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; TUNDISI, J. G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 44, n. 1, p. 23-33, 1996. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87591996000100003&nrm=iso >.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Zooplankton abundance and biomass in tropical estuary (Pina Estuary - Northeast Brazil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 28, n. 1, p. 21-34, 2000.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; BJÖRNBERG, T. Seasonal Dynamics of Mesozooplankton in Brazilian Coastal Waters. **Hydrobiologia**, v. 563, n. 1, p. 253-268, 2006. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-006-0014-6> >.

ESNAL, G. B.; SANKARANKUTTY, C.; CASTRO, R. J. Diurnal and seasonal fluctuations of *Oikopleura dioica* (Tunicata, Appendicularia) in the mouth of the River Potengi (North Brazil). **Physis. Secciones A**, v. 43, n. 105, p. 65-71, 1985.

FONSÊCA, V. G.; KLEIN, V. L. M. Estudo sobre a composição do plâncton, no estuário do Rio Jaguaribe (Ceará - Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 16, n. 1, p. 1-8, 1976.

FRIEDL, G.; WÜEST, A. Disrupting biogeochemical cycles - Consequences of damming. **Aquatic Sciences - Research Across Boundaries**, v. 64, n. 1, p. 55-65, 2002. ISSN 1015-1621. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s00027-002-8054-0> >.

GÓMEZ-ERACHE, M. W.; NORBIS, W.; BASTRERI, D. Wind effect as forcing factor controlling distribution and diversity of copepods in a shallow temperate estuary (Solis Grande, Uruguay). **Scientia Marina**, v. 64, n. 1, p. 87-95, 2000.

GONDIM FILHO, J. G. C. **Projeto áridas: Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste.** II - Recursos hídricos: Sustentabilidade do desenvolvimento do semi-árido sob o ponto de vista dos recursos hídricos 1994.

IDEMA. **Projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico dos estuários do Rio Grande do Norte - ZEE/RN 2005.**

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: Biological Aspects.** Boca Raton: CRC Pres, 1986.

LACERDA, L. D. Brazil case study. In: (Ed.). **Principles for a Code of Conduct for the Management and Sustainable Use of Mangrove Ecosystems.** Aahruus: ISME/WB/CENTER, 2005. p.31-35.

LACERDA, L. D.; GODOY, M. D.; MAIA, L. P. Mudanças Climáticas Globais: Caçando indicadores no nordeste brasileiro. **Ciência Hoje**, v. 46, n. 272, p. 32-37, 2010.

LANSAC-TÔHA, A. L.; LIMA, A. F. Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 4, p. 82-96, 1993.

LOPES, R. M. Marine zooplankton studies in Brazil: a brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, p. 369-379, 2007. ISSN 0001-3765. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652007000300002&nrm=iso >.

LUCAS, A. P. O. et al. Variação sazonal do macrozooplâncton do estuário do rio Siriji, litoral norte de Pernambuco - Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 36, n. 1-2, p. 28-39, 2008.

MAGALHÃES, A. et al. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 2, p. 133-148, 2009.

MAGRIS, R. A.; PEREIRA, J. B.; FERNANDES, L. F. L. Interannual Variability in Tropical Estuarine Copepod Assemblages off Northeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 31, n. 2, p. 260-269, 2011. Disponível em: < <http://www.jcbonline.org/doi/abs/10.1651/10-3308.1> >.

MAIA, L. P. et al. **Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das Áreas de Manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.** Fortaleza: 2006.

MARCOLIN, C. R. et al. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, p. 210-216, 2010.

MATSUMURA-TUNDISI, T. **Aspectos ecológicos do zooplâncton da região lagunar de Cananéia com especial referência aos Copepoda (Crustacea)**. 1972. 191 (Tese de Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MCLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2ª. Glasgow: Blackie, 1989a.

_____. **The estuarine ecosystem**. 2ª. Glasgow: Blackie, 1989b. 215.

MEDEIROS, A. M. A. et al. Salinity and freshwater discharge determine rotifer distribution at the Mossoró River Estuary (Semiarid Region of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 551-557, 2010. ISSN 1519-6984. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842010000300011&nrm=iso >.

MEDEIROS, G. F. et al. Current distribution of the exotic copepod *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 along the northeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 4, p. 241-245, 2006.

MELO JÚNIOR, M. et al. O estado da arte da biodiversidade de rotíferos planctônicos de ecossistemas límnicos de Pernambuco. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 109-117, 2007. ISSN 1676-0603. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032007000300013&nrm=iso >.

MELO JÚNIOR, M. et al. Fluxes of zooplankton biomass between a tidal estuary and the sea in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 4, p. 239-249, 2007. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592007000400001&nrm=iso >.

MELO, P. A. M. C. et al. Variação nictemeral do macrozooplâncton na Barra Orange - Canal de Santa Cruz, estado de Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 30-49, 2008.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física dos Estuários**. São Paulo: Editora da USP, 2002.

MMA. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca Pan-Brasil**. Edição Comemorativa dos 10 anos da convenção das Nações Unidas de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca-CCD: Ministério do Meio Ambiente 2004.

MORAIS, J. O. et al. Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 61-76, 2008.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. **Composição do zooplâncton no estuário do Rio Timbó (Pernambuco - Brasil)**. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco. 20: 77-98 p. 1987/89.

NEUMANN-LEITÃO, S. Resenha literária sobre zooplâncton estuarino no Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 23, p. 25-53, 1994/95.

NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Variação diurna e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Ipojuca, PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 103-133, 1996.

NEUMANN-LEITÃO, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Dynamics of a perturbed Estuarine Zooplanktonic Community: Port of Suape, PE, Brazil. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 26, n. 3, p. 1981-1988, 1998.

NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M. N.; VALENTIN, J. L. The planktonic rotifers of the estuarine lagunar complex of Suape (Pernambuco, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 232, n. 2, p. 133-143, 1992. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00017472> >.

NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Zooplâncton do estuário do rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 27, n. 1, p. 33-54, 1999.

NORDI, N. **Ecologia do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Norte - Paraíba - Brasil**. 1982. 166 (Mestre). Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PARANAGUÁ, M. N. et al. Cladocerans (Branchiopoda) of a tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 1, p. 107-115, 2005. ISSN 1519-6984. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842005000100015&nrm=iso >.

PEKALA, G. A. Nota preliminar sobre a composição do zooplâncton do estuário do Rio Paraíba do Norte, PB, Brasi. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 291-296, 1980.

PESSOA, V. T. **Mesozooplâncton da Bacia do Pina, Recife, Pernambuco - Brasil**. 2009. Universidade Federal de Pernambuco

PESSOA, V. T. et al. Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 80-9, 2009.

PINHEIRO, L. S.; MEDEIROS, C.; MORAIS, J. O. Erosive processes monitoring linked to the estuarine evolution systems nearby Aguas Belas, Cascavel, Ceará, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 39, n. 1, p. 1403-1406, 2004.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O. Interferências de barramentos no regime hidrológico do estuário do rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 22, p. 237-250, 2010. ISSN 1982-4513. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132010000200002&nrm=iso>.

PORTO NETO, F. F. et al. Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 27, n. 2, p. 43-58, 1999.

SANKARANKUTTY, C. et al. Further observations on zooplankton of the Potengi estuary (Natal, Rio Grande do Norte, Brazil) with special reference to the larvae of Brachyura (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Zoologia**, 1995.

SANTOS, D. A. **O zooplâncton como indicador da qualidade ambiental do Parque dos Manguezais de Pernambuco**. 2008. Universidade Federal de Pernambuco

SANTOS, T. G. et al. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 41-56, 2009.

SANTOS, V. G. **Distribuição espaço-temporal do zooplâncton no estuário do rio Maraú, Baía de Camamu - BA**. 2007. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul. Uma introdução às Ciências Marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 202.

SCHWAMBORN, R.; BONECKER, A. C. T. 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**, v. 39, p. 451-462, 1996.

SCHWAMBORN, R. et al. How important are mangroves as a carbon source for decapod crustacean larvae in a tropical estuary? **Marine Ecology-Progress Series**, v. 229, p. 195-205, 2002. ISSN 0171-8630. Disponível em: <<Go to ISI>://000175144400018 >.

SCHWAMBORN, R. et al. Dynamic patterns of zooplankton transport and migration in Catuama Inlet (Pernambuco, Brazil), with emphasis on the decapod crustacean larvae. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 36, n. 1, p. 109-113, 2008. ISSN 0718560X.

SCHWAMBORN, R. et al. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 29, n. 1, p. 1-18, 2001.

SCHWAMBORN, R.; SILVA, T. A. Comparação da resistência de duas comunidades zooplanctônicas (Canal de Santa Cruz e Praia do Pilar, Itamaracá, Pernambuco, Brasil) ao estresse hipoosmótico. Um estudo eco-fisiológico preliminar. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 135-143, 1996.

SEMACE. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará - Zona Costeira**. Fortaleza: SEMACE, 2006.

SERPE, F. R. et al. Comunidade zooplanctônica em um estuário hipersalino no Nordeste do Brasil **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 3, p. 51-73, 2010.

SILVA, A. M. A. et al. Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** v. 4, n. 2, p. 226-238, 2009.

SILVA, A. P. et al. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso >.

SILVA, T. A. et al. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 439-446, 2003.

SILVA, T. A. et al. Zooplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife – PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 79-102, 1996.

SOUISSI, S. et al. Effects of global changes on aquatic ecosystems in Western Europe: role of planktonic communities. **Globec International Newsletter**, 2007.

SOUZA-PEREIRA, P. E.; CAMARGO, A. F. M. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplantônica, com ênfase nos copepodas do estuário do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 9-17, 2004.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 2-3, p. 95-105, 2006.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 95-105, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592006000200001&nrm=iso>.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. Serie: Oceanografia biológica**, v. 19, p. 1-22, 1970.

VILLATE, F. Tidal influences on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, Bay of Biscay). **Scientia Marina**, v. 61, n. 2, p. 173-188, 1997.

CAPÍTULO 2: Quão resiliente é o mesozooplâncton em um estuário impactado do semiárido tropical?

Quão resiliente é o mesozooplâncton em um estuário impactado do semiárido tropical?

Resumo: O mesozooplâncton do estuário tropical do Rio Pacoti, nordeste do Brasil, foi estudado para avaliar a variabilidade temporal de sua abundância, diversidade e resiliência em condições semiáridas. As amostras foram coletadas, em uma estação fixa, em maré de sizígia durante as marés diurnas vazante, baixa-mar, enchente e preamar nas estações seca e chuvosa (2008). Um elevado grau de influência marinha foi observado. Estas condições foram modificadas apenas durante os períodos de alta descarga fluvial. Copepoda (holoplâncton) e zoea de Brachyura (meroplâncton) apresentaram maior abundância relativa em ambas as estações. Os resultados mostraram que chuvas e marés são os principais determinantes da estrutura do mesozooplâncton na região semiárida impactada sob inundações episódicas. A comunidade mesozooplânctônica apresentou elevada persistência e resistência, mostrando que as espécies registradas são as mesmas que ocorrem em outros estuários tropicais do Brasil ao longo de diferentes condições. No estuário do rio Pacoti, o mesozooplâncton mostrou-se resiliente. No entanto, não é possível afirmar que esta condição é comumente encontrada em condições semiáridas, pois poucos estudos foram realizados sob este enfoque.

Palavras-chave: Copepoda, estuário, mesozooplâncton, semiárido, tropical.

Abstract: The mesozooplankton of the Pacoti tropical estuary, northeastern Brazil, was studied to assess the temporal variability of their abundance, diversity and resilience under semiarid conditions. Zooplankton samples were collected at one fixed station. Samples were taken at a spring tide during the diurnal ebb, low, flood and high tides in the rainy and dry seasons of 2008. A high degree of marine influence was observed. These conditions were modified only during periods of high fluvial discharge. Copepoda (holoplankton) and Brachyura zoeae (meroplankton) showed higher relative abundance in both seasons. The results showed that rainfall and tides are the main determinant of the mesozooplankton structure in this semiarid impacted region under episodic river flash floods. The mesozooplankton community showed high persistence and resilience, showing that the registered species are the same occurring in other tropical estuaries along different conditions. In the estuary Pacoti, the mesozooplankton proved resilient. However, we can not say that this condition is commonly found in semi-arid conditions, because few studies have been conducted under this approach.

Keywords: Copepoda, estuary, mesozooplankton, semiarid, tropical.

Introdução

Estuários são ricos em nutrientes e apresentam alta produtividade primária e secundária (Kennish, 1986; Noriega e Araujo, 2011). No entanto, os ecossistemas marinhos dominados pelo homem estão experimentando uma perda acelerada de populações e espécies, com consequências largamente desconhecidas (Worm, Barbier et al., 2006). A diminuição na quantidade de influxo de água doce em estuários devido ao crescimento da população, a industrialização e a construção de barragens de todo o mundo levou a uma diminuição do fitoplâncton devido à redução total de produção de nutrientes, a alterações associadas à composição de espécies, distribuição e produção de zooplâncton e peixes (Mallin e Paerl, 1994; Froneman, 2002).

Dentre os produtores secundários estuarinos, a comunidade zooplanctônica tem valor diagnóstico para avaliar a qualidade do ecossistema e as propriedades desta comunidade podem ser medidas quantitativamente (Day Jr., Hall et al., 1989). Zooplâncton também é importante nas teias alimentares estuarinas, pois atuam como um elo trófico entre as pequenas partículas orgânicas (por exemplo, detritos e microalgas) e peixes planctívoros (Mclusky e Elliott, 2004). As larvas de peixes comercialmente importantes, camarão e espécies de caranguejos fazem parte da comunidade zooplanctônica (Morgan, 1990). Assim, informações sobre a variabilidade da biodiversidade e abundância do zooplâncton estuarino em diferentes escalas temporais é um pré-requisito para a compreensão da dinâmica do ecossistema e sua capacidade de resiliência.

O estudo da taxonomia e distribuição do zooplâncton marinho e estuarino no Brasil começou no século XIX, através de amostragem esporádica realizada durante as primeiras expedições oceanográficas internacionais. No início do século XX, cientistas em laboratórios no sul e sudeste do Brasil começaram a realizar levantamentos faunísticos gerais, mas foi somente a partir da década de 1950 que os grupos de pesquisa foram estabelecidos em uma base mais permanente nas universidades e outras instituições no país (Brandini, Lopes et al., 1997; Lopes, Montú et al., 2006; Lopes, 2007). Como resultado, os estudos sobre a composição do zooplâncton e distribuição começaram a florescer somente depois dessa década e a influência de fatores ecológicos em relação a esta comunidade começou ainda mais tarde.

Nos trópicos, incluindo as regiões semiáridas, a precipitação é um fator de grande importância ecológica no controle de características da população (Bacon, 1973). As marés e

a pluviosidade influenciam a distribuição da salinidade do estuário, evidenciando diferenças entre os períodos seco e chuvoso (Neumann-Leitão, Gusmão et al., 1996). A variação sazonal da salinidade define a distribuição da comunidade zooplanctônica que tende a aumentar próximo à foz e a diminuir rio acima (Souza-Pereira e Camargo, 2004). Conseqüentemente, em alguns períodos, espécies eurihalinas de origem marinha dominam a comunidade (Lansac-Tôha e Lima, 1993; Silva, Paranaguá et al., 1996; Eskinazi-Sant'anna, 2000), enquanto espécies límnicas dominam durante o influxo de água doce (Neumann-Leitão e Matsumura-Tundisi, 1998).

Poucos estudos foram focados em comparações da variabilidade temporal das densidades do mesozoplâncton em sistemas marinhos (Sorokin, 1995; Gismervik, Olsen et al., 2002), e ainda menos dados sobre a dinâmica dessas comunidades estão disponíveis para estuários tropicais semiáridos.

O principal objetivo desta pesquisa foi estudar a comunidade de zooplâncton do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil), enfatizando a biodiversidade exibidas por uma comunidade sujeita às condições de aridez e chuva intermitente. A hipótese testada foi que em condições áridas a influência da mudança de aporte de água doce sobre o zooplâncton não teria nenhum efeito sobre a estrutura da comunidade devido a sua resiliência - o grau e a taxa de retorno de um sistema à sua condição anterior (Holling, 1973).

Material e métodos

Área de estudo

O rio Pacoti está localizado na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, entre as latitudes 3°53'15" S e 3°55'0" S e longitudes 38°22'30" W e 38°26'5" W (Figura 2.1). A maioria do estuário está incluída na Área de Proteção Ambiental do Rio Pacoti, o que dificulta danos aos manguezais locais. O clima é tropical, com precipitação média anual de cerca de 1.200 mm, distribuídos em um verão chuvoso de fevereiro a junho e estação seca de julho a janeiro. As temperaturas médias anuais variam entre 25 a 27 °C. O rio Pacoti se estende ao longo de 150 km das montanhas de Baturité para o mar. Área total da bacia atinge 1.000 km² e na bacia costeira, a jusante do último reservatório artificial, de 132 km² (Molisani, Cruz et al., 2006).

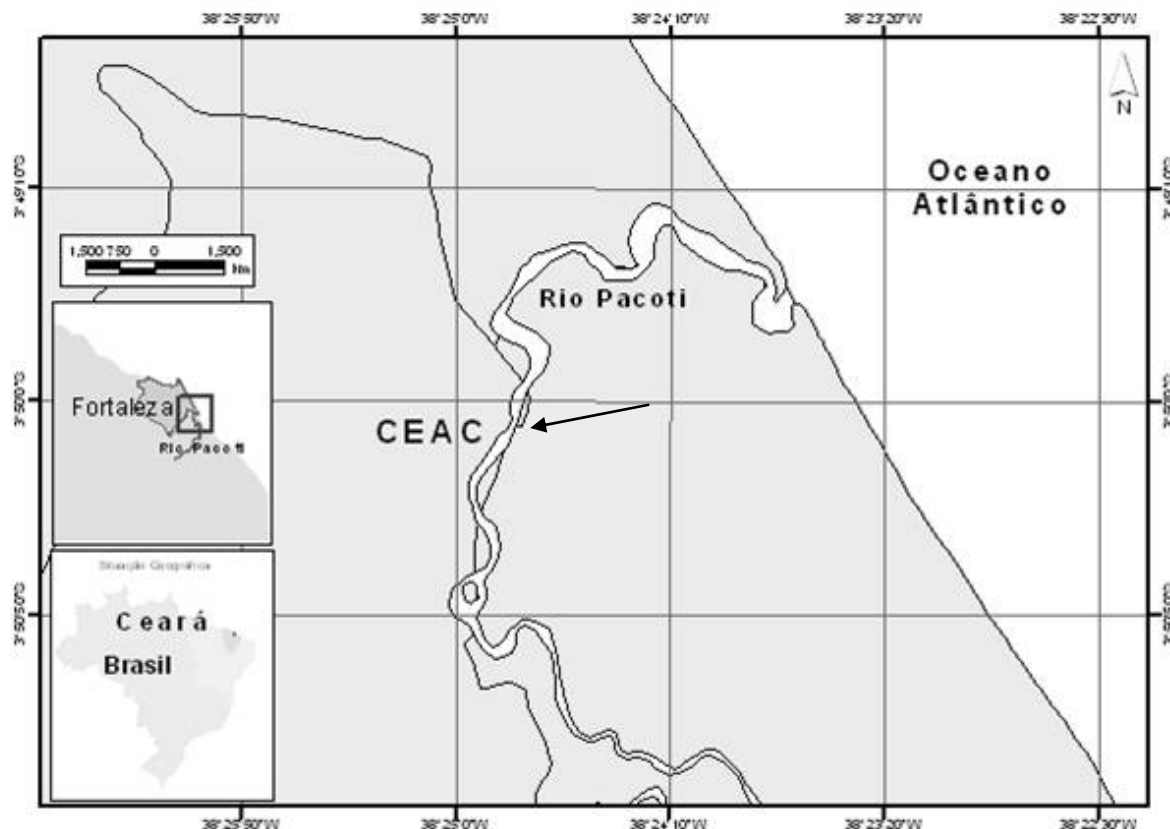


Figura 2.1. Localização geográfica do Estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil), evidenciando a localização da área de estudo (seta), próxima ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC).

No estuário do rio Pacoti, as marés são semidiurnas, variando de 1,5 a 3,0 m durante as marés de quadratura e de sizígia, respectivamente (Schettini, Maia et al., 2011). A hidrodinâmica do estuário é controlada pela magnitude e fases das marés, que regulam as trocas com o mar adjacente. As correntes apresentam dominância vazante, atingindo valores da ordem de $0,9 \text{ m/s}^{-1}$, enquanto que as correntes de enchente são de $0,6 \text{ m/s}^{-1}$ (Schettini, Bezerra et al., 2011). A salinidade varia sazonalmente de acordo com as estações chuvosa e seca. Durante o período chuvoso, a distribuição longitudinal da salinidade apresenta gradiente negativo, diminuindo estuário acima a valores tão baixos quanto 5 em menos de 12 km a montante da foz; por outro lado, no período seco, a distribuição longitudinal salinidade apresenta gradiente positivo, aumentando estuário acima até valores cerca de 40 (Schettini, Bezerra et al., 2011).

Descarga de água doce, marés e ondas são importantes fatores de controle da morfologia estuarina. Desta forma, o acúmulo de sedimentos em margens de rios e a criação

de ilhas no estuário do rio Pacoti, na qual mangue está crescendo e se expandindo, são determinados pela relativa importância fluvial contra a força marinha. Geralmente, as taxas de sedimentação são inversamente proporcionais às entradas de água doce e descargas maiores podem liberar sedimentos de estuários (Pontee, Whitehead et al., 2004).

Grandes mudanças na área de mangue ocorreram entre 1968 e 1999, principalmente devido ao fim da produção de sal, o abandono das salinas e construção de barragens. Além da cessação da produção de sal, outra grande mudança no uso da terra na área foi a construção de duas grandes barragens no rio Pacoti (Reservatórios Pacoti e Gavião) para fornecer água para a área Metropolitana de Fortaleza (Carvalho e Rodrigues, 2004).

Assim como em outras bacias hidrográficas do semiárido no Nordeste do Brasil, o Rio Pacoti tem sua vazão fortemente regulada por barragens. A retenção do reservatório reduz as descargas de água doce para o estuário. A vazão fluvial média resultante para o estuário do rio Pacoti é estimada nos períodos de chuva e de estiagem em 19 e 1m³/s, respectivamente (Molisani, Cruz et al., 2006). Durante o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (Semace, 2006), no estuário do rio Pacoti, foram determinados o volume de 518.502 m³, o prisma de maré de 476.011 m³, um moderado potencial de dissolução de nutrientes e de exportação e um moderado índice de vulnerabilidade natural.

Amostragem e análise no laboratório

O zooplâncton foi coletado a uma distância aproximada de 3 km da foz do Estuário do Rio Pacoti, próximo ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC), através de arrastos horizontais subsuperficiais com rede cônica de 300 µm de abertura de malha, acoplada com fluxômetro General Oceanics. As amostras foram imediatamente fixadas a bordo com formalina 4%, tamponada com tetraborato de sódio (5 g . L⁻¹).

A amostragem foi realizada nas marés de sizígias (lua nova) vazante, baixa-mar, enchente e preamar diurnas, durante os períodos de chuva (março, abril e maio de 2008) e de estiagem (setembro, outubro e novembro de 2008). Após cada amostragem, foi verificada a salinidade no local de coleta, através de um Refratômetro de mão Atago. A precipitação no ano de 2008 foi obtida na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. (FUNCEME).

Uma subamostra de 10 mL, obtida com uma pipeta Stempel, foi colocada numa placa de contagem Bolgorov e analisada sob um estereomicroscópio. Três subamostras de cada

amostra foram contadas. As espécies foram identificadas de acordo com a bibliografia especializada (Tregouboff e Rose, 1957; Boltovskoy, 1981; 1999).

Análise dos dados

Algumas análises foram priorizadas para o holoplâncton, pois sempre estão presentes no local, enquanto o meroplâncton é periódico, irregular e varia muito.

Copepoda foi analisado através da riqueza de Margalef (d), do equitabilidade de Pielou (J') e do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'). A análise multivariada foi empregada para avaliar possíveis padrões na estrutura temporal da comunidade. Foi utilizada a análise de cluster pelo método de agrupamento por média de grupo (WPGMA) e de percentual de similaridade (Simper). Para realizar essas análises foi utilizada a matriz de similaridade de Bray-Curtis transformadas para \log_{x+1} . O programa Primer 6.0 foi usado para os cálculos.

A significância estatística das diferenças entre as densidades de zooplâncton foi examinada usando o teste Mann-Whitney, para comparar os períodos de chuva e de estiagem, e o teste Kruskal-Wallis ANOVA (Zar, 1990) para testar o efeito significativo ($p < 0,05$) do fator "maré". Estes testes foram realizados através do programa Statistica 7.0.

Resultados

A salinidade na área de coleta apresentou variações fortemente dirigidas pela pluviosidade. Durante o período de chuvas, foram registrados valores de 0 a 38, enquanto que, no estio, variou de 39 a 40 (Figura 2.2). Uma clara variação pluviométrica, característica do nordeste Brasileiro, pode ser observada, com distinção de um período de chuva e de estiagem. Na maioria das circunstâncias, foi possível observar grande influência marinha. Tais situações foram modificadas apenas durante período onde houve grande descarga fluvial.

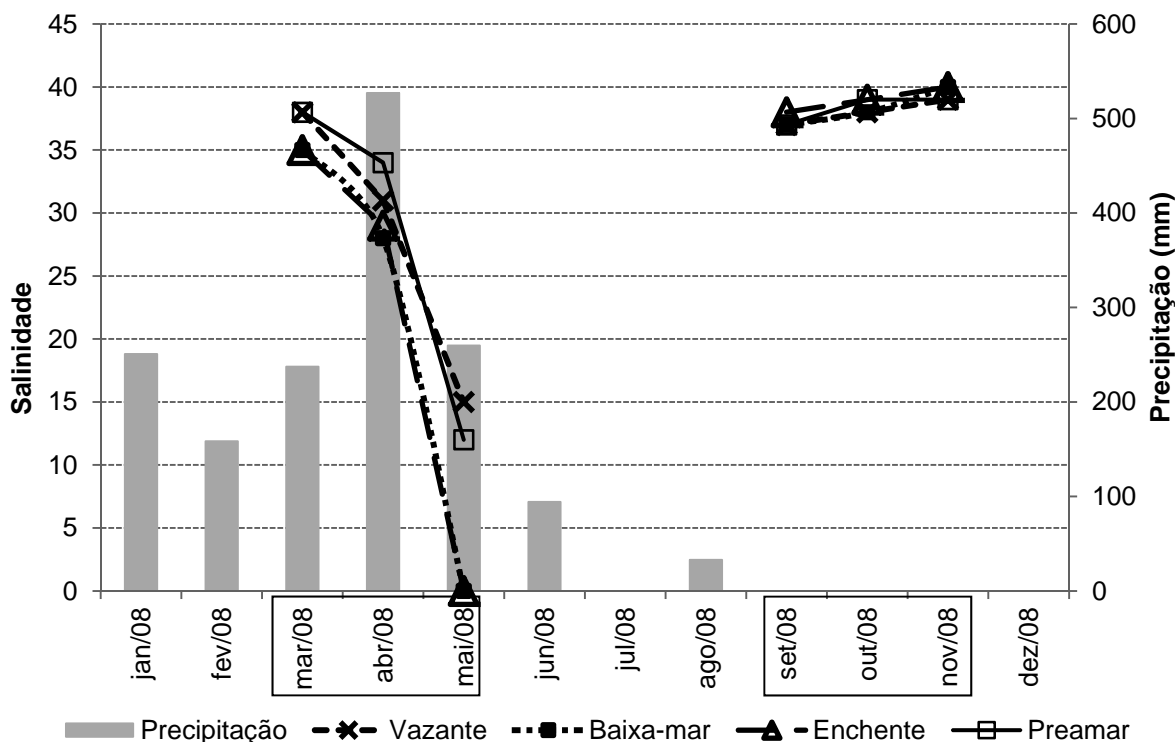


Figura 2.2. Variação da salinidade no período de coleta (meses em destaque) e precipitação mensal (mm) de janeiro a dezembro de 2008 na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

O zooplâncton do estuário do Rio Pacoti (CE) esteve composto por 59 táxons. De modo geral, a densidade do sempre foi maior que o (Figura 2.3). Copepoda (holoplâncton) e zoea de Brachyura (meroplâncton) apresentaram maior abundância relativa nos dois períodos de estudo (Tabela 2.1). Não foi possível fazer comparações entre o número de espécies do holoplâncton e meroplâncton, pois os estágios larvais não foram identificados até o nível de espécie.

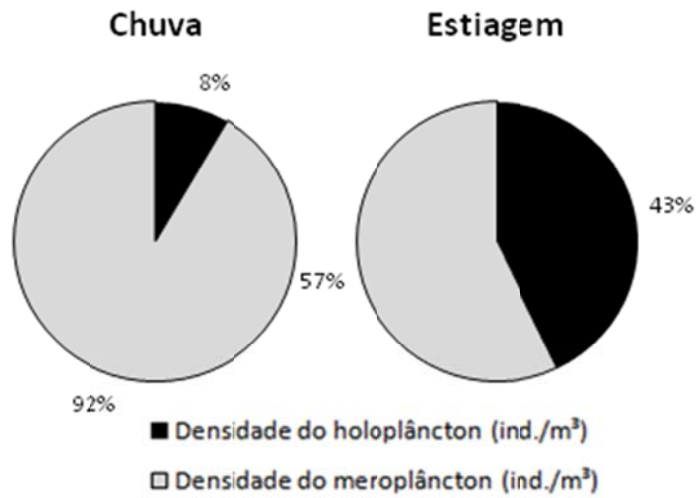


Figura 2.3. Variações na densidade (ind./m³) do holoplâncton e do meroplâncton durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

Tabela 2.1. Densidade média (ind.m⁻³) e abundância relativa (%) para o holoplâncton e o meroplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

Grupos	Densidade (ind.m ⁻³)		Abundância relativa (%)	
	Chuva	Estiagem	Chuva	Estiagem
Holoplâncton				
Cladocera	1,7	0,0	1,1	0,0
Copepoda Calanoida	122,5	118,3	78,2	80,6
Copepoda Cyclopoida	2,2	1,7	1,4	1,2
Copepoda Harpacticoida	0,5	4,3	0,3	2,9
Copepoda Poecilostomatoida	12,6	1,4	8,0	0,9
Appendicularia	10,2	6,2	6,5	4,2
Chaetognatha	1,9	4,2	1,2	2,9
Outros	4,9	8,7	3,1	5,9
Meroplâncton				
Hidromedusa	5,2	5,0	0,3	3,1
Mollusca (véliger)	11,5	9,1	0,7	5,6
Cirripedia (náuplio)	1,1	9,3	0,1	5,7
Brachyura (zoea)	1611,0	121,2	98,6	74,6
Ectoprocta (cifonauta)	1,4	15,5	0,1	9,5
Teleostei (larva e ovo)	3,6	2,1	0,2	1,3
Outros	0,5	0,4	0,0	0,3

A análise do holoplâncton (Tabela 2.2) evidenciou que *Acartia lilljeborgii* Giesbrecht, 1889 e *Temora turbinata* Dana, 1849 foram muito frequentes em ambos os períodos, ocorrendo em mais de 90% das amostras analisadas. *Pseudodiaptomus acutus* F. Dahl, 1894 e *P. richardi* (F. Dahl, 1894) ocorrerem exclusivamente no período de estiagem, enquanto *Clausocalanus furcatus* Brady, 1833, *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957, *Macrothrix* sp., *Moina* cf. *micrura* Kurz, 1874, *Brachionus patulus macracanthus* DE Muller, 1786, *Calanopia americana* F. Dahl, 1894, *Corycaeus giesbrechti* F. Dahl, 1894, *Oithona oswaldocruzi* Oliveira, 1945, *Diaphanosoma spinulosum* Herbst, 1975 e *Oikopleura longicauda* Vogt, 1854 foram encontrados apenas no período de chuvas.

Tabela 2.2. Frequência de ocorrência (%) do holoplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

	% Chuva	Principais táxons do Período de chuva	% Estiagem	Principais táxons do período de estiagem
Muito frequente (≥ 70%)	13,5	<i>Pseudodiaptomus marshi</i> , <i>Acartia lilljeborgii</i> , <i>Temora turbinata</i> , <i>Corycaeus amazonicus</i>	10,8	<i>Oikopleura dioica</i> , <i>Acartia lilljeborgii</i> , <i>Temora turbinata</i> , <i>Ferosagitta hispidia</i>
Frequente (70% 40%)	10,8	<i>Centropages velificatus</i> , <i>Oikopleura dioica</i> , <i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	13,5	Lucifer (Protozoa), Crustacea (Náuplio), <i>Pseudodiaptomus (Copepodito)</i> , <i>Pseudodiaptomus marshi</i>
Pouco frequente (40% 10%)	24,3	<i>Calanopia americana</i> , <i>Corycaeus giesbrechti</i> , <i>Oithona oswaldocruzi</i> , <i>Diaphanosoma spinulosum</i> , <i>Oikopleura longicauda</i>	29,7	<i>Macrosetella gracilis</i> , <i>Pseudodiaptomus acutus</i> , <i>P. richardi</i> , <i>P. trihamatus</i> <i>Euterpina acutifrons</i> , <i>Lucifer faxoni</i> , <i>Corycaeus amazonicus</i>
Esporádico (≤ 10%)	37,8	<i>Clausocalanus furcatus</i> , Copepoda (Diaptomidae), <i>Mesocyclops ogunnus</i> <i>Macrothrix</i> sp., <i>Moina</i> cf. <i>micrura</i> , <i>Brachionus patulus macracanthus</i>	5,4	<i>Centropages velificatus</i>
Exclusivo do período	40,5	-	13,5	-

A análise do meroplâncton mostrou que zoeas de Brachyura e velígeres de Gastropoda foram muito frequentes em ambos os períodos, ocorrendo em mais de 90% das amostras analisadas. O período de estiagem teve maior frequência dos estágios larvais de organismos bentônicos (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Frequência de ocorrência (%) do meroplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta n o estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

	% Chuva	Principais táxons do Período de chuva	% Estiagem	Principais táxons do período de estiagem
Muito freqüente ($\geq 70\%$)	13	Brachyura (zoea), Gastropoda (véliger)	31	Brachyura (zoea), Gastropoda (véliger), Cirripedia (náuplio), Ectoprocta (cyphonautes), Hydromedusa
Freqüente ($70\% \text{ } \vdash \text{ } 40\%$)	25	Paguridae (mysis-zoea), Bivalvia (véliger), <i>Obelia</i> sp., Teleostei (larva)	25	Paguridae (mysis-zoea), Bivalvia (véliger), Teleostei (larva), Polychaeta (larva)
Pouco freqüente ($40\% \text{ } \vdash \text{ } 10\%$)	44	Cirripedia (náuplio), Brachyura (megalopa), Ectoprocta (cyphonautes), Hydromedusa, Teleostei (ovo), Echinodermata (pluteus), Polychaeta (larva)	13	Teleostei (ovo)
Esporádica ($\leq 10\%$)	13	Trocófora, Inseto (larva)	13	<i>Obelia</i> sp., Echinodermata (pluteus)
Exclusivo do período	19	-	6	-

A riqueza de Margalef (d), o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e a equitabilidade de Pielou (J') calculados para Copepoda foram baixos (Tabela 2.4). Durante o período de estiagem, a equitabilidade de Pielou (J') esteve abaixo de 0,5.

Tabela 2.4. Número de espécies (S), número de indivíduos (N), riqueza de Margalef (d), equitabilidade de Pielou (J'), índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') de Copepoda no estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

	Período de coleta	S	N	d	J'	H'(loge)
Copepoda	Mar	10	48	2,33	0,68	1,57
	Abr	9	50	2,04	0,76	1,68
	Mai	5	12	1,59	0,71	1,15
	Set	7	38	1,64	0,54	1,05
	Out	8	47	1,82	0,47	0,97
	Nov	8	34	1,98	0,52	1,08

Alguns táxons do zooplâncton exibiram diferenças ($p < 0,05$) em relação à pluviosidade. *Corycaeus giesbrechti*, *Macrosetella gracilis* (Dana, 1847), *Oithona oswaldocruzi*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Pseudodiaptomus richardi*, *Diaphanosoma spinulosum* e *Oikopleura longicauda* ocorreram apenas durante o período de chuvas, enquanto *Macrosetella gracilis*, *Oithona oswaldocruzi*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Pseudodiaptomus richardi*, *Diaphanosoma spinulosum* e Mysidacea ocorreram exclusivamente no período de estiagem (Tabela 2.5).

Espécies tipicamente estuarinas (*Pseudodiaptomus acutus*, *Pseudodiaptomus marshi* Wright S., 1936, *Pseudodiaptomus richardi* e *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright S., 1937), espécies estuarinas/costeiras (*Acartia lilljeborgii* e *Oithona oswaldocruzi*), espécies costeiras/oceânicas (*Centropages velificatus*, *Corycaeus amazonicus* F. Dahl, 1894 e *Oikopleura longicauda*) e espécies límnicas (*Diaphanosoma spinulosum*) foram encontradas no estuário (Tabela 2.5).

Tabela 2.5. Densidade do zooplâncton que apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) no teste Mann-Whitney durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

	Chuva				Estiagem			
	Total (Ind./m ³)	Média (Ind./m ³)	Desvio padrão	f (%)	Total (Ind./m ³)	Média (Ind./m ³)	Desvio padrão	f (%)
<i>Obelia</i> sp.	3,0	0,3	0,5	42	0,1	0,0	0,0	8
Hydromedusa	1,4	0,1	0,3	33	2,0	0,2	0,2	92
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,7	0,1	0,2	17	0,0	0,0	0,0	0
<i>Centropages velificatus</i>	16,5	1,4	3,0	67	0,0	0,0	0,0	8
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	0,0	0,0	0,0	0	0,8	0,1	0,2	25
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	10,1	0,8	1,1	75	0,8	0,1	0,2	42
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	0,0	0,0	0,0	0	0,1	0,0	0,0	17
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	3,6	0,3	0,5	50	0,2	0,0	0,0	33
<i>Pseudodiaptomus</i> (Copepodito juvenil)	23,8	2,0	2,9	83	1,3	0,1	0,1	58
<i>Acartia lilljeborgii</i>	16,9	1,4	2,4	83	66,4	5,5	6,7	100
<i>Acartia</i> (Copepodito juvenil)	0,0	0,0	0,0	8	0,4	0,0	0,1	33
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	0,2	0,0	0,0	25	0,0	0,0	0,0	0
<i>Macrosetella gracilis</i>	0,0	0,0	0,0	0	1,1	0,1	0,3	25
<i>Corycaeus amazonicus</i>	8,9	0,7	0,8	92	0,5	0,0	0,1	33
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	1,8	0,2	0,3	33	0,0	0,0	0,0	0
Mysidacea	0,0	0,0	0,0	0	0,4	0,0	0,1	25
Brachyura (zoea)	1611,0	134,2	186,3	100	129,4	10,8	15,0	92
Ectoprocta (cyphonautes)	1,3	0,1	0,2	33	13,5	1,1	1,7	100
<i>Oikopleura longicauda</i>	1,8	0,1	0,4	17	0,0	0,0	0,0	0

Algumas espécies do holoplâncton apresentaram diferenças ($p < 0,05$) entre as marés (teste Kruskal-Wallis). *Pseudodiaptomus acutus*, *P. marshi* e *P. trihamatus* exibiram flutuações na densidade durante os períodos estudados. *Acartia lilljeborgii* também apresentou variação na densidade, com os maiores valores nas marés vazante do período de estiagem. *Diaphanosoma spinulosum* ocorreu somente em maio, na baixa-mar, quando a salinidade estava baixa (Figura 2.4).

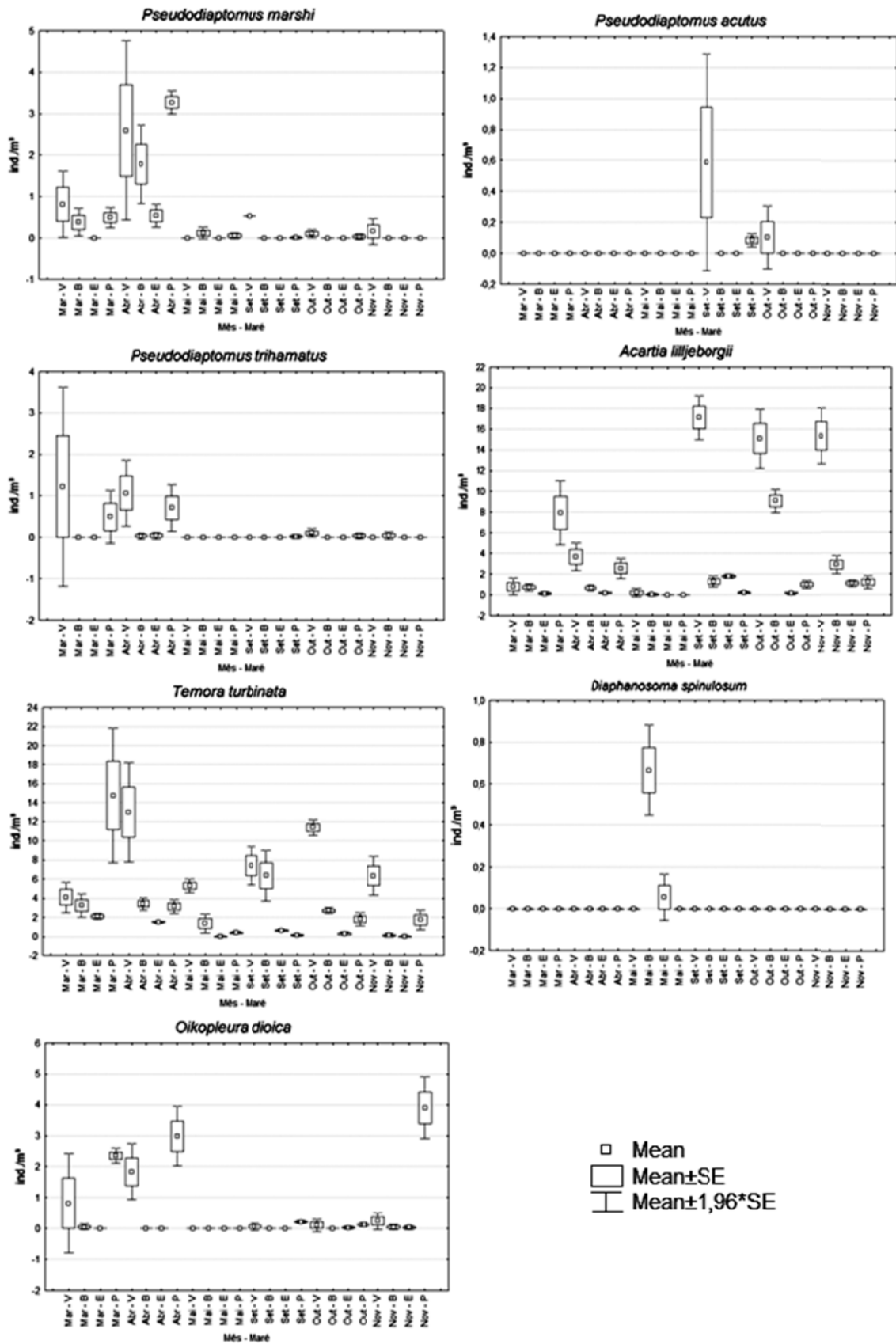


Figura 2.4. Variação da densidade de espécies holoplânctônicas nas diferentes marés durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

A análise de cluster da comunidade holoplânctônica mostrou a tendência de formação de 5 grupos (Figura 2.5). O percentual de similaridade (Simper) indicou a contribuição de cada espécie para formação dos grupos (Tabela 2.6; Figura 2.5 e 2.6).

O grupo 1 foi composto de espécies que ocorreram nas marés baixa-mar e vazante do período de estiagem. *Acartia lilljeborgii* mostrou maior contribuição na similaridade por apresentar neste período a sua maior densidade. O grupo 2 reuniu as espécies com as maiores densidades durante as marés vazante e preamar do período de chuva. Os grupos 3 e 4 foram fortemente influenciados por *Temora turbinata* e *Acartia lilljeborgii* que apresentaram maiores densidades. Já o grupo 5 representa as menores densidade de *Acartia lilljeborgii* e *Temora turbinata*.

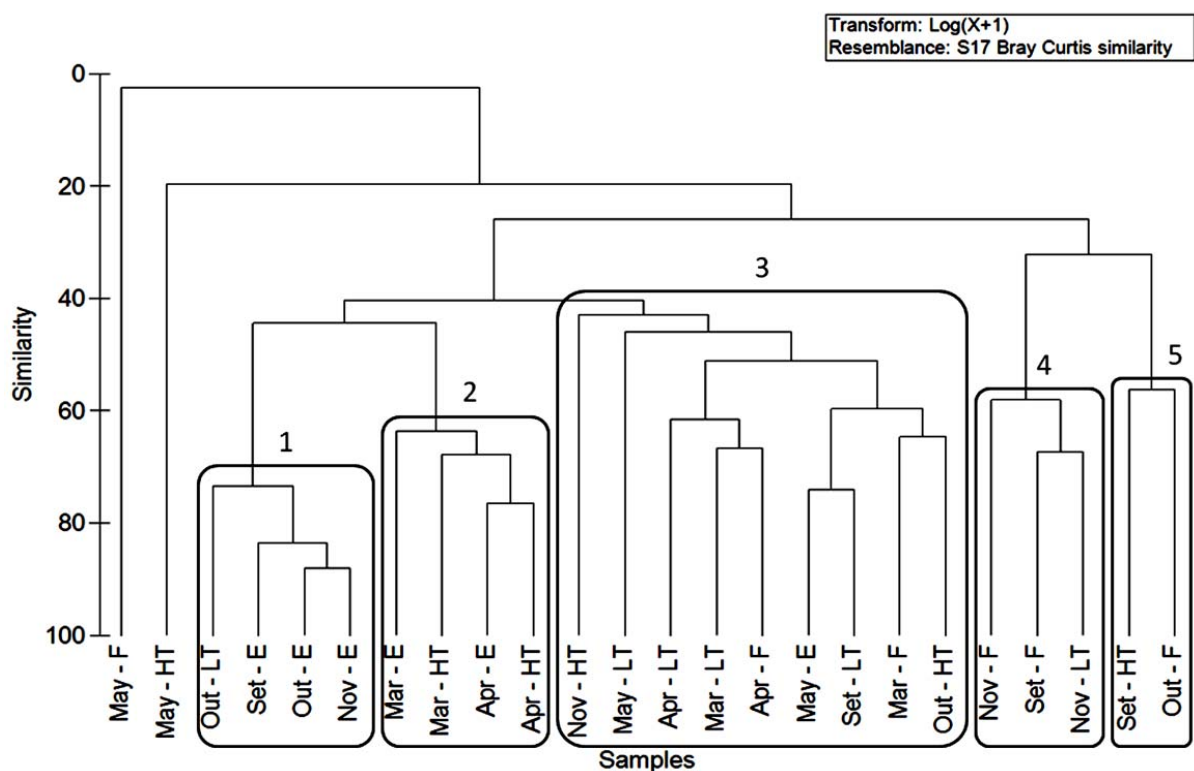


Figura 2.5. Análise de similaridade do holoplâncton do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil) nos períodos de chuva (março, abril e maio) e de estiagem (setembro, outubro e novembro) durante as marés vazante (V), baixa-mar (B), enchente (E) e preamar (P). Similaridade – Bray-Curtis; regra de união dos descritores – UPGMA.

Tabela 2.6. Análise de percentual de similaridade (Simpser) do holoplâncton nos períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

Grupo	Similaridade média (%)	Espécies	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
1	79,13	<i>Acartia lilljeborgii</i>	56,96	56,96
		<i>Temora turbinata</i>	36,83	93,79
2	67,08	<i>Temora turbinata</i>	23,32	23,32
		<i>Acartia lilljeborgii</i>	13,15	36,47
		<i>Pseudodiaptomus</i> (copepodito juvenil)	13,02	49,49
		<i>Oikopleura dioica</i>	11,49	60,98
		<i>Centropages velificatus</i>	10,95	71,92
		<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	8,35	80,27
		<i>Corycaeus amazonicus</i>	7,68	87,95
		<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	6,99	94,94
3	51,18	<i>Temora turbinata</i>	69,67	69,67
		<i>Acartia lilljeborgii</i>	14,66	84,33
		<i>Corycaeus amazonicus</i>	5,18	89,5
		<i>Pseudodiaptomus</i> (copepodito juvenil)	4,85	94,35
4	61,08	<i>Acartia lilljeborgii</i>	87,24	87,24
		<i>Temora turbinata</i>	5,66	92,89
5	56,13	<i>Acartia lilljeborgii</i>	51,02	51,02
		<i>Temora turbinata</i>	38,93	89,95
		<i>Oikopleura dioica</i>	6,87	96,82

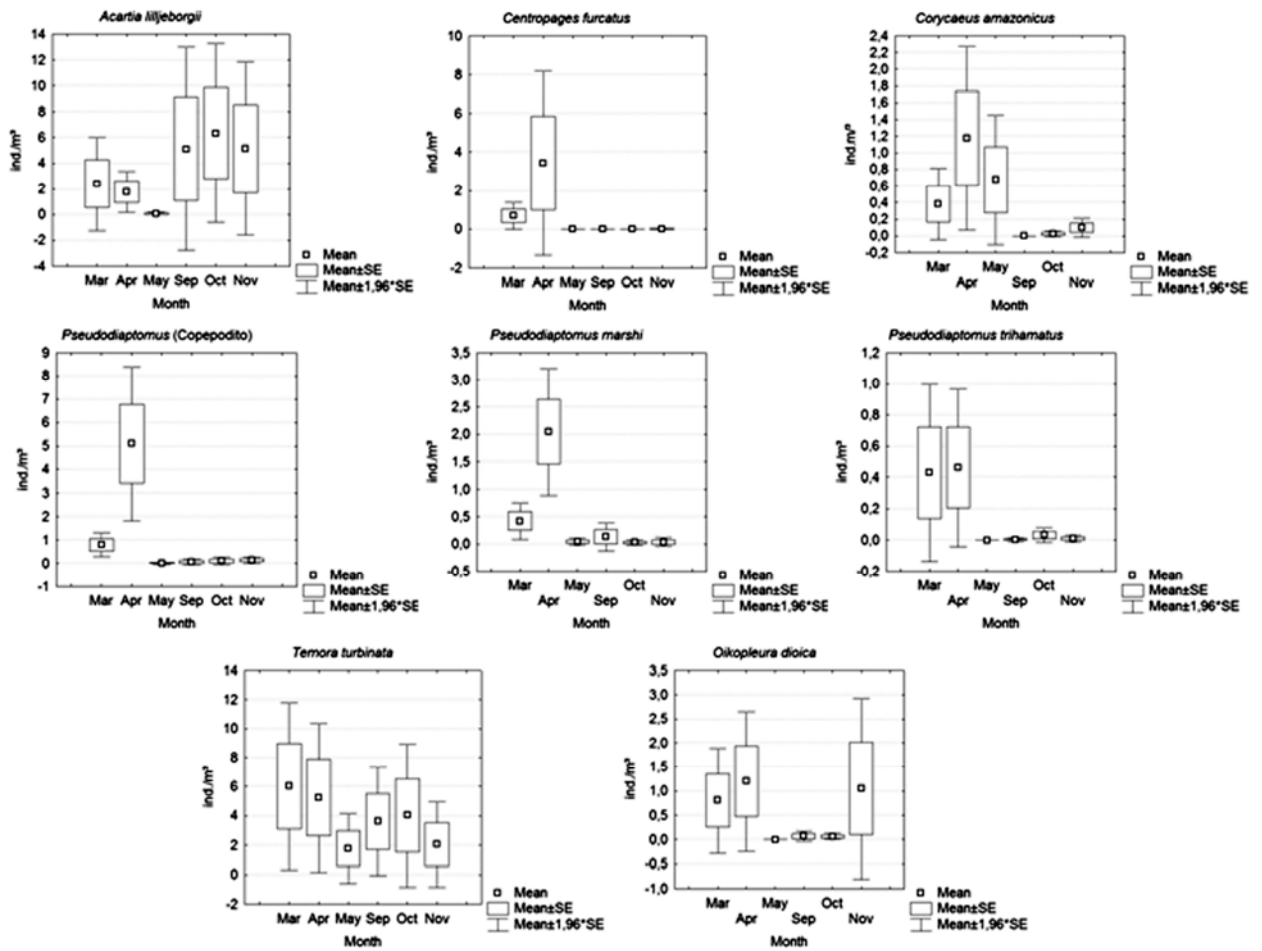


Figura 2.6. Densidade do holoplâncton que tiveram importante contribuição na análise de percentual de similaridade (Simper) durante os períodos de chuva e de estiagem na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil).

Discussão

De modo geral, os estuários do nordeste semiárido do Brasil como estuários sujeitos a lavagem. Mesmo não havendo a diluição mensurável de suas águas durante todo o ano, este ambiente deve ser considerado como um estuário por apresentar as características estuarinas em pelo menos parte do ano (Day, 1980).

O regime anual de precipitação da região nordeste do Brasil cria um período de chuva e de estiagem (Eskinazi-Sant'anna, 2000; Sterza e Fernandes, 2006; Cavalcanti, Neumann-Leitão et al., 2008). As mudanças nas condições ambientais resultantes dessa sazonalidade permite a ocorrência de espécies límnicas, estuarinas e marinhas (neríticas) no estuário do Pacoti. Apesar da ocorrência de espécies de vários habitats, é possível inferir que uma forte

influência marinha está presente na região onde o estudo foi realizado, aproximadamente 3 km da foz. Desta forma, a comunidade zooplanctônica do estuário do Rio Pacoti pode ser definida como eurialina marinha, assim como observado em outro estuário do Nordeste (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003).

Esta forte influência marinha pode ser ligada à presença de barragens ao longo do rio, bem como à ocorrência de precipitação intermitente. A bacia de drenagem do Rio Pacoti é em grande parte regularizada pela construção de açudes ao longo da bacia que torna a vazão dos rios e do fluxo para o estuário controlado de acordo com a rotina de operação das barragens (Molisani, Cruz et al., 2006). De modo geral, barramentos contribuem para o avanço da intrusão salina, aumento do tempo de residência dos estuários, hipersalinização e para redução da carga de sedimentos e nutrientes para a zona costeira (Pinheiro, Medeiros et al., 2004; Araújo, 2006; Moraes, Pinheiro et al., 2008).

Outro aspecto importante a ser considerado é a influência da circulação atmosférica, como a ocorrência de “El Niño” e “La Niña”. O fenômeno de Oscilação Sul/El Niño (ENOS) influencia os regimes climáticos globais e regionais (Tudhope e Collins, 2003). No Nordeste do Brasil, os períodos seco e chuvoso são influenciadas por esses fenômenos. “El Niño” provoca secas, enquanto “La Niña” promove condições de chuva (Aragão, 1998; Ferreira e Mello, 2005). Em 2008, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC - <http://enos.cptec.inpe.br/>), o fenômeno “la niña” esteve presente, tendo iniciado desde 2007.

Os copépodes do estuário do Rio Pacoti apresentou baixa diversidade e equitabilidade, comum às áreas estuarinas (Mclusky e Elliott, 2004; Santos, Gusmão et al., 2009). Durante o período de chuvas, a densidade do meroplâncton foi maior que a do holoplâncton. A ocorrência de estágios larvais de espécies bentônicas já era esperada devido ao grande número de espécies bentônicas em ambientes estuarinos (Kennish, 1986; Mclusky, 1989). Zoea de Brachyura foi o componente dominante dentre as larvas planctônicas de grupos bentônicos comumente encontrados em estuários brasileiros (Schwamborn, Neumann-Leitão et al., 2001; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Cavalcanti, Neumann-Leitão et al., 2008; Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009; Santos, Gusmão et al., 2009). Essas larvas são exportadas dos estuários para as áreas costeiras adjacentes, onde influenciam as teias alimentares pelágicas marinhas (Melo, Neumann-Leitão et al., 2008). Velígeres de Gastropoda e de Bivalvia, náuplios de Cirripedia, cifonantes de Ectoprocta também são muito comuns aos ambientes estuarinos (Lansac-Tôha e Lima, 1993; Schwamborn e Bonecker, 1996).

Neste estudo, Copepoda foi o grupo dominante do holoplâncton, o que é comum aos estuários brasileiros (Tundisi, 1970). Da mesma forma, copépodes são dominantes em estuários tropicais do mundo (Madhupratap, 1987; Saravanakumar, Rajkumar et al., 2007; Brugnoli-Olivera e Morales-Ramírez, 2008; Duggan, Mckinnon et al., 2008).

Acartia lilljeborgii, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi* e *Temora turbinata* foram os copépodes mais frequentes. *Acartia lilljeborgii* é uma espécie estuarina/costeira (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999), comumente encontrada em estuários brasileiros (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Gonçalves, Lopes et al., 2004; Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009; Santos, Gusmão et al., 2009; Marcolin, Conceição et al., 2010).

Centropages velificatus e *Temora turbinata* são espécies costeiras/oceânicas (Björnsen, 1986; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999). *Centropages velificatus* é frequentemente encontrado em estuários brasileiros (Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Costa, Pereira et al., 2008), enquanto *T. turbinata* é exótica, não ocorrendo no nordeste do Brasil antes de 1993 (Araújo e Montú, 1993). Esta espécie pode ter sido introduzida em águas de lastro dos navios. No Brasil, *T. turbinata* vem sendo encontrada em vários estuários (Ara, 2002; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Sterza e Fernandes, 2006).

Os copépodes do gênero *Pseudodiaptomus* são os únicos tipicamente estuarinos (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999). As espécies *Pseudodiaptomus acutus*, *P. marshi* e *P. richardi* são comuns em ambientes estuarinos do Brasil (Sankarankutty, Lins Oliverira et al., 1995; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Magalhães, Bessai et al., 2009; Marcolin, Conceição et al., 2010). *Pseudodiaptomus trihamatus* é uma espécie exótica, possivelmente introduzida no nordeste do Brasil em 1977 através do cultivo de camarão de *Pennaeus monodon* Fabricius, 1798, importados das Filipinas (Medeiros, Rocha et al., 1991).

A variação na densidade do holoplâncton foi associada às mudanças de maré e com o período chuvoso. Este padrão de associação é ilustrado pelas variações na densidade observadas para os copépodes estuarinos verdadeiros (*Pseudodiaptomus acutus*, *P. marshi* e *P. trihamatus*), para a apendiculária *Oikopleura dioica* Fol, 1872, para os copépodes *Acartia lilljeborgii* e *Temora turbinata* e para o cladóceros *Diaphanosoma spinulosum*. Os resultados deste estudo mostram que a precipitação é o principal fator no controle da abundância e diversidade de plâncton em estuários localizados na região semiárida, mas também mostra que as marés são muito importantes.

Estudos realizados em uma lagoa costeira tropical sujeita à intrusão marinha no Brasil mostraram que a comunidade zooplancônica apresentou elevada persistência e resiliência, que, juntamente com outras características ecológicas do sistema, retornaram ao estado anterior à perturbação dois meses depois que a pré-condição foi obtida (Kozlowsky-Suzuki e Bozelli, 2004).

A comunidade zooplancônica estuário do rio Pacoti, mostrou alta persistência e resiliência, que, juntamente com outras características ecológicas do sistema, retornou para condições de hiper-salinidade após uma pesada liberação de água doce. Num estudo de tolerância a salinidade de copépodes planctônicos na região Lagunar de Cananéia (SP), concluiu-se que a tolerância de níveis de salinidade de 15 a 32 por a maior parte das espécies presentes foi o principal fator de colonização e de resiliência da comunidade planctônica neste estuário (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 1968). Além disso, foi demonstrado que a aclimação às mudanças na salinidade durante um período de seis horas, foi a chave para a sobrevivência de copépodes planctônicos neste ecossistema.

Esta pode ser uma explicação para a resiliência da comunidade mesozoplancônica no estuário do rio Pacoti. As mudanças graduais na salinidade, devido ao influxo de maré na descarga de água doce, permitem tempo de aclimação para as espécies de copépodes planctônicos estuarinos às novas condições. No entanto, não é possível afirmar que esta condição é comumente encontrada em condições semiáridas, pois poucos estudos foram realizados sob este enfoque.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) pelo apoio logístico durante a amostragem e ao geólogo Luiz José Cruz Bezerra (Buda) pelo mapa da região de estudo.

Referências bibliográficas

ARA, K. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 4, p. 399-406, Dec 2002. ISSN 0214-8358.

ARAGÃO, J. O. R. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. **Bulletin Institute Français d'Étude Andines**, v. 27, p. 839-844, 1998.

ARAÚJO, H.; MONTÚ, M. Novo registro de *Temora turbinata* (Dana, 1949) (Copepoda, Crustácea) para águas atlânticas. **Nauplius**, v. 1, p. 89-90, 1993.

ARAÚJO, H. M. P. O zooplâncton do estuário do rio Sergipe. In: ALVES, J. D. P. H. (Ed.). **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**: Editora UFS, 2006. p.70-86.

ARAÚJO, H. M. P. et al. Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 751-762, 2008. ISSN 1519-6984.

BACON, P. R. Plankton studies in a Caribbean estuarine environment. **Caribbean Journal of Science**, v. 11, n. 1-2, p. 81-89, 1973.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas Del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. p.587-679.

BJÖRNSEN, P. K. Automatic determination of bacterioplankton biomass by image analysis. **Applications in Environmental Microbiology**, v. 51, p. 1199-1204, 1986.

BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. 936.

_____. **South Atlantic Zooplancton**. Leiden: Backhuys, 1999. 1627.

BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Zooplankton of the South Atlantic Ocean**. Leiden: Backhuys Publishers, v.2, 1999. p.869-1098.

BRANDINI, F. P. et al. **Planctologia na plataforma continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica**. Rio de Janeiro: MMA-CIRM-FEMAR, 1997. 196.

BRUGNOLI-OLIVERA, E.; MORALES-RAMÍREZ, A. Trophic planktonic dynamics in a tropical estuary, Gulf of Nicoya, Pacific coast of Costa Rica during El Niño 1997 event. **Revista de biología marina y oceanografía**, v. 43, p. 75-89, 2008. ISSN 0718-1957. Disponível em: <
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572008000100008&nrm=iso>.

CARVALHO, O.; RODRIGUES, F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável (Escala de necessidades humanas e manejo ambiental integrado). **GEOgraphia**, v. 6, n. 12, p. 111-125, 2004.

CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozoplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 3, p. 436-444, 2008. ISSN 0101-8175. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752008000300008&nrm=iso>.

COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region, Brazil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 3, p. 127-141, 2008. ISSN 1981-8114. Disponível em: <
http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81142008000200003&nrm=iso>.

DAY, J. H. What is an estuary? **South African Journal of Science**, v. 76, p. 198, 1980.

DAY JR., J. W. et al. **Estuarine Ecology**. New York: Wiley-Interscience, 1989. 556.

DUGGAN, S.; MCKINNON, A.; CARLETON, J. Zooplankton In An Australian Tropical Estuary. **Estuaries and Coasts**, v. 31, n. 2, p. 455-467, 2008. ISSN 1559-2723. Disponível em: <
<http://dx.doi.org/10.1007/s12237-007-9011-x>>.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Zooplankton abundance and biomass in tropical estuary (Pina Estuary - Northeast Brazil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 28, n. 1, p. 21-34, 2000.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, p. 15-28, 2005.

FRONEMAN, P. W. Response of the Plankton to Three Different Hydrological Phases of the Temporarily Open/closed Kasouga Estuary, South Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, n. 4, p. 535-546, 2002. ISSN 0272-7714. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771401909217>>.

GISMERVIK, I.; OLSEN, Y.; VADSTEIN, O. Micro- and mesozoplankton response to enhanced nutrient input – a mesocosm study. **Hydrobiologia**, v. 484, n. 1, p. 75-87, 2002. ISSN 0018-8158. Disponível em: <
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1021300920641>>.

GONÇALVES, E. G. R. et al. Associação de *Vibrio cholerae* com o zooplâncton de águas estuárias da Baía de São Marcos/São Luis - MA, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, p. 318-323, 2004. ISSN 0037-8682. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822004000400006&nrm=iso>.

HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4 p. 1–23, 1973.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: Biological Aspects**. Boca Raton: CRC Pres, 1986.

KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; BOZELLI, R. Resilience of a zooplankton community subjected to marine intrusion in a tropical coastal lagoon. **Hydrobiologia**, v. 522, n. 1, p. 165-177, 2004. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/B:HYDR.0000029970.81767.e5> >.

LANSAC-TÔHA, A. L.; LIMA, A. F. Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 4, p. 82-96, 1993.

LOPES, R. M. Marine zooplankton studies in Brazil: a brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, p. 369-379, 2007. ISSN 0001-3765. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652007000300002&nrm=iso >.

LOPES, R. M. et al. O zooplâncton marinho da região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. e MADUREIRA, L. S. (Ed.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2006. p.265-358.

MADHUPRATAP, M. Status and strategy of zooplankton of tropical Indian estuaries: a review. **Bulletin of Plankton Society of Japan**, v. 34, p. 65-81, 1987.

MAGALHÃES, A. et al. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 2, p. 133-148, 2009.

MALLIN, M. A.; PAERL, H. W. Planktonic Trophic Transfer in an Estuary: Seasonal, Diel, and Community Structure Effects. **Ecology**, v. 75, n. 8, p. 2168-2184, 1994. ISSN 00129658. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/1940875> >.

MARCOLIN, C. R. et al. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, p. 210-216, 2010.

MCLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2ª. Glasgow: Blackie, 1989. 215.

MCLUSKY, D. S.; ELLIOTT, M. **The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats, and Management**. New York: Oxford University Press, 2004.

MEDEIROS, G. F.; ROCHA, C. E. F.; SILVA, M. L. A note on the occurrence of *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 (Crustacea Copepoda) in Natal, Brazil. **Boletim Departamento de Oceanografia e Limnologia**, v. 8, p. 113, 1991.

MELO, P. A. M. C. et al. Variação nictemeral do macrozooplâncton na Barra Orange - Canal de Santa Cruz, estado de Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 30-49, 2008.

MOLISANI, M. M.; CRUZ, A. L. V.; MAIA, L. P. Estimativas das descargas fluviais para os estuários do Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 53-60, 2006.

- MORAIS, J. O. et al. Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 61-76, 2008.
- MORGAN, S. G. Impact of Planktivorous Fishes on Dispersal, Hatching, and Morphology of Estuarine Crab Larvae. **Ecology**, v. 71, n. 5, p. 1639-1652, 1990/10/01 1990. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2307/1937574> >. Acesso em: 2011/07/15.
- NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Variação diurna e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Ipojuca, PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 103-133, 1996.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Dynamics of a perturbed Estuarine Zooplanktonic Community: Port of Suape, PE, Brazil. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 26, n. 3, p. 1981-1988, 1998.
- NORIEGA, C. E. D.; ARAUJO, M. Nutrient budgets (C, N and P) and trophic dynamics of a Brazilian tropical estuary: Barra das Jangadas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, p. 441-456, 2011. ISSN 0001-3765. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652011000200007&nrm=iso >.
- PESSOA, V. T. et al. Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 80-9, 2009.
- PINHEIRO, L. S.; MEDEIROS, C.; MORAIS, J. O. Erosive processes monitoring linked to the estuarine evolution systems nearby Aguas Belas, Cascavel, Ceará, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 39, n. 1, p. 1403-1406, 2004.
- PONTEE, N. I.; WHITEHEAD, P. A.; HAYES, C. M. The effect of freshwater flow on siltation in the Humber Estuary, north east UK. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 60, n. 2, p. 241-249, 2004. ISSN 0272-7714. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771404000174> >.
- SANKARANKUTTY, C. et al. Further observations on zooplankton of the Potengi estuary (Natal, Rio Grande do Norte, Brazil) with special reference to the larvae of Brachyura (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Zoologia**, 1995.
- SANTOS, T. G. et al. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 41-56, 2009.
- SARAVANAKUMAR, A. et al. Abundance and seasonal variations of zooplankton in the arid zone mangroves of Gulf of Kachchh-Gujarat, Westcoast of India. **Pakistan Journal of Biological Sciences** v. 15, p. 3525-3532, 2007.

SCHETTINI, C. A. F. et al. Circulation and hydrography of semi-arid Brazilian low-inflow estuaries. International Symposium on Materials Transfer at the Continent-Ocean Interface, 2011, Fortaleza. p.8-9.

SCHETTINI, C. A. F.; MAIA, L. P.; TRUCCOLO, E. C. Análise da variabilidade do nível da água na costa de Fortaleza, Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 1, p. 27 - 32 2011.

SCHWAMBORN, R.; BONECKER, A. C. T. 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**, v. 39, p. 451-462, 1996.

SCHWAMBORN, R. et al. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 29, n. 1, p. 1-18, 2001.

SEMACE. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará - Zona Costeira**. Fortaleza: SEMACE, 2006.

SILVA, A. P. et al. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso >.

SILVA, T. A. et al. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 439-446, 2003.

SILVA, T. A. et al. Zooplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife – PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 79-102, 1996.

SOROKIN, Y. I. Role of plankton in the turnover of organic matter on the Great Barrier Reef, Australia. **Hydrobiologia**, v. 308, n. 1, p. 35-44, 1995. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00037785> >.

SOUZA-PEREIRA, P. E.; CAMARGO, A. F. M. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplantônica, com ênfase nos copepodas do estuário do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 9-17, 2004.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 95-105, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592006000200001&nrm=iso >.

TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. **Manuel de Planctonologia Méditerranéenne**. Paris: C.N.R.S., 1957.

TUDHOPE, S.; COLLINS, M. Global change: The past and future of El Nino. **Nature**, v. 424, n. 6946, p. 261-262, 2003. ISSN 0028-0836. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1038/424261a> >.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. Serie: Oceanografia biológica**, v. 19, p. 1-22, 1970.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Plankton studies in mangrove environment. V. Salinity tolerances of some planktonic crustaceans. **Boletim do Instituto Oceanográfico - USP**, v. 17, n. 1, p. 57-65, 1968.

WORM, B. et al. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. **Science**, v. 314, n. 5800, p. 787-790, November 3, 2006 2006. Disponível em: < <http://www.sciencemag.org/content/314/5800/787.abstract> >.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 718.

**CAPÍTULO 3: Produção de Copepoda Calanoida em estuário de
clima semiárido (Brasil, Ceará)**

Produção de Copepoda Calanoida em estuário de clima semiárido (Brasil-Ceará)

Resumo: Em ecossistemas aquáticos, copépodes são normalmente o componente mais importante do mesozooplâncton, compreendendo cerca de 80% da biomassa mesozooplanctônica total. O objetivo do presente trabalho foi estudar os padrões de distribuição temporal em termos de densidade e produção de cinco espécies de copépodes planctônicos abundantes e frequentes (*Acartia lilljeborgii*, *Temora turbinata*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Pseudodiaptomus marshi*), no estuário temporário do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). O zooplâncton foi coletado através de arrastos horizontais subsuperficiais (rede de 300 μm), aproximadamente 3 km da foz do estuário. A amostragem foi realizada nas marés de sizígias (lua nova), durante os períodos de chuva e de estiagem. A produção dos copépodes foi maior no período de chuvas com média de $0,69 \pm 0,84 \text{ mgC m}^{-3}\text{dia}^{-1}$, enquanto no período de estiagem foi de $0,25 \pm 0,4 \text{ mgC m}^{-3}\text{dia}^{-1}$. Considerando as diferentes marés, não foi possível observar padrões ou tendências na produção das espécies estudadas. Provavelmente a disponibilidade de alimento tenha sido responsável pela maior produção no período de chuvas dos copépodes *A. lilljeborgii*, *T. turbinata*, *C. velificatus*, *P. marshi* e *P. trihamatus* no estuário do Rio Pacoti.

Palavras-chave: Estuário temporário, copépodes,

Abstract: In aquatic ecosystems, copepods are usually the most important component of the mesozooplankton, comprising about 80% of the mesozooplankton total biomass. The aim of this work was to study the temporal distribution patterns in terms of density and secondary production of five species of planktonic copepods abundant and frequent (*Acartia lilljeborgii*, *Temora turbinata*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus trihamatus* and *Pseudodiaptomus marshi*) in temporary estuary of Pacoti River (Brazil, Ceará). Zooplankton was collected using horizontal subsurface hauls (300 μm), approximately 3 km from the mouth of the estuary. Sampling was conducted in springs tides (new moon), during periods of rain and drought. The secondary production of copepods was higher in the rainy season with average of $0.69 \pm 0.84 \text{ mgC m}^{-3}\text{day}^{-1}$, while in the dry season was $0.25 \pm 0.4 \text{ mgC m}^{-3}\text{day}^{-1}$. Considering the different tides, it was not possible to see patterns or trends in the secondary production of studied species. Probably the food supply has been responsible for most secondary production in this rainy period of copepods *A. lilljeborgii*, *T. turbinata*, *C. velificatus*, *P. marshi* and *P. trihamatus* in estuary of Pacoti River.

Keywords: Estuary temporary, copepod.

Introdução

Estuários estão entre os ecossistemas naturais mais produtivos do mundo (Baban, 1997; Wilson, 2002). Nos trópicos, incluindo as regiões semiáridas, a precipitação pluviométrica desponta como um fator de grande importância ecológica no controle de características populacionais de diversos grupos de seres vivos (Bacon, 1973). As marés e a pluviosidade influenciam a distribuição da salinidade do estuário, evidenciando diferenças entre os períodos seco e chuvoso sobre a comunidade zooplanctônica (Neumann-Leitão, Gusmão et al., 1996).

Em ecossistemas aquáticos, copépodes são normalmente o componente mais importante do mesozooplâncton, tanto em termos de abundância como de biomassa (Ara, 2004). Estes produtores secundários compreendem cerca de 80% da biomassa mesozooplanctônica total (Kiørboe, 1997) e são considerados elos importantes da transferência de energia e materiais orgânicos entre os produtores (fitoplâncton) e os níveis tróficos superiores (Hirst e Sheader, 1997; Uye, Nagano et al., 2000).

Variações temporais e espaciais na distribuição e abundância de copépodes em ambientes naturais também dependem de vários fatores biológicos relativos à espécie e aos estágios específicos, por exemplo, desenvolvimento embrionário e pós-embrionário, fecundidade, tempo de desenvolvimento, crescimento, sobrevivência e mortalidade (Ara, 2001a).

A maioria dos estudos sobre copépodes estuarinos do Nordeste brasileiro enfatiza principalmente a composição específica ou abundância temporal destes organismos (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Araújo, Nascimento-Vieira et al., 2008; Magris, Pereira et al., 2011), fornecendo poucos dados sobre biomassa e produção de organismos zooplanctônicos em estuários de regiões semiáridas.

Os copépodes Calanoida *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Temora turbinata*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Pseudodiaptomus marshi* são facilmente encontrados em estuários tropicais do Brasil (Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Eskinazi-Sant'anna e Björnberg, 2006; Magalhães, Bessai et al., 2009; Santos, Gusmão et al., 2009; Marcolin, Conceição et al., 2010). *A. lilljeborgii* é uma espécie estuarina/costeira, *C. velificatus* e *T. turbinata* são espécies costeiras/oceânicas e os copépodes do gênero *Pseudodiaptomus* são os únicos tipicamente estuarinos (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999). *T. turbinata* e *P. trihamatus* são espécies exóticas à costa brasileira (Ara, 2002; Medeiros, Medeiros et al., 2006).

O objetivo do presente trabalho foi estudar os padrões de distribuição temporal em termos de densidade e produção de cinco espécies de copépodes planctônicos (*Acartia lilljeborgii*, *Temora turbinata*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Pseudodiaptomus marshi*), no

estuário temporário do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). A hipótese testada foi que a precipitação influencia as populações de copépodes causando variações na produção dessas espécies.

Material e Métodos

Área de estudo

O rio Pacoti está localizado na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, NE do Brasil, entre as latitudes $3^{\circ}53'15''\text{S}$ e $3^{\circ}55'0''\text{S}$ e longitudes $38^{\circ}22'30''\text{W}$ e $38^{\circ}26'5''\text{W}$ (Fig. 3.1). O Rio Pacoti se estende ao longo de 150 km da nascente até o mar. A área total da bacia atinge 1.000 km^2 e na bacia costeira. A maioria do estuário está incluída na Área de Proteção Ambiental do rio Pacoti. O clima é tropical, com precipitação média anual de cerca de 1.200 mm, distribuídos em uma estação chuvosa de fevereiro a junho e estação seca de julho a janeiro. Temperaturas médias anuais variam de 25 a 27 °C (Molisani, Cruz et al., 2006).

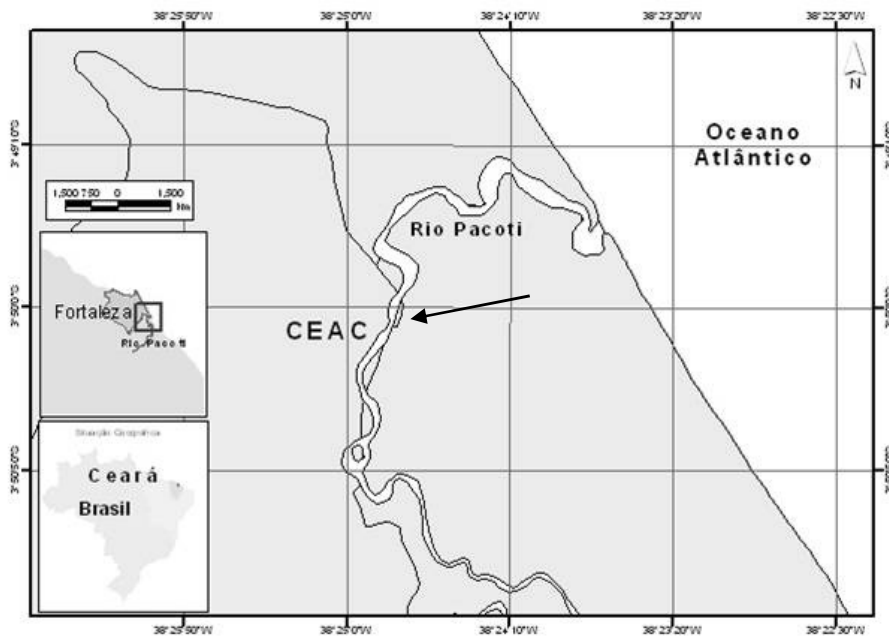


Figura 3.1. Localização geográfica do Estuário do Rio Pacoti – CE, evidenciando a localização da área de estudo (seta), próxima ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC).

Assim como em outras bacias do semiárido no nordeste do Brasil, o rio Pacoti tem sua vazão fortemente regulada por barragens. A bacia de drenagem deste rio é em grande parte regularizada pela construção de açudes ao longo da bacia, sendo priorizada para o aproveitamento hidráulico da RMF, preferencialmente para o abastecimento público de água (Carvalho e Rodrigues, 2004).

A vazão fluvial média resultante para o estuário deste rio é estimada em $19 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ durante os períodos chuvoso e $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ durante os períodos de seca (Molisani et al., 2006). Durante o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (Semace, 2006) foram obtidas algumas informações sobre o estuário do rio Pacoti, como volume (518.502 m^3), prisma de maré (476.011 m^3), potencial de dissolução de nutrientes (moderado), potencial de exportação (moderado) e índice de vulnerabilidade natural (moderado).

Métodos de coleta

O zooplâncton foi coletado através de arrastos horizontais subsuperficiais (rede de $300 \mu\text{m}$, acoplada com fluxômetro “General Oceanics”) aproximadamente 3 km da foz do Estuário do Rio Pacoti (CE). A amostragem foi realizada nas marés (mesomarés) de sizígias (lua nova) vazante, baixa-mar, enchente e preamar diurnas, durante os períodos de chuva (março – C1, abril – C2 e maio – C3 de 2008) e de estiagem (setembro – C4, outubro – C5 e novembro – C6 de 2008). Todas as amostras foram imediatamente fixadas após a coleta com formalina 4%, tamponada com tetraborato de sódio (5 g/L).

Após a amostragem durante a baixa-mar, foi verificada a salinidade no local de coleta, através de um Refratômetro de mão Atago, o oxigênio dissolvido e temperatura, através de oxímetro Oxygen Meter (Lutron DO – 5510).

Alíquotas de cada amostra contendo copépodes foram inspecionadas sob microscópio estereoscópico para a identificação e contagem. 20 indivíduos adultos de cada amostra de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* foram armazenados em eppendorf de 2 mL, contendo álcool a 70%, para posterior análise. Não foram consideradas na análise amostras com menos de 20 indivíduos.

Estimativa da Produção

A produção (PS) dos copépodes Calanoida ($\text{mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) foi estimada a partir da fórmula $PS = B.C$, onde B é a biomassa de um determinado táxon (mgC m^{-3}) e C é o crescimento deste táxon (dia^{-1}).

Para o cálculo da biomassa considerando a quantidade de carbono, foi empregado o método de conversão do peso seco (μg) a partir do fator 0,4 (Mauchline, 1998). O peso seco dos copépodes foi obtido a partir de regressões lineares entre o comprimento do prossomo e o peso seco dos organismos (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Equações de regressão utilizadas para a obtenção do peso seco (μg) a partir do comprimento do prossomo (μm) das espécies coletadas no estuário do Rio Pacoti (Brasil-Ceará). DW= peso seco; P= comprimento do prossomo.

Espécies	Fórmula	Aplicada para...	Referência
<i>Acartia lilljeborgii</i>	$\text{Ln DW} = 3,09 \ln P - 19,19$	<i>Acartia</i> sp.	Chisholm & Roff (1990)
<i>Centropages velificatus</i>	$\text{Ln DW} = 3,68 \ln P - 22,86$	<i>C. velificatus</i>	Chisholm & Roff (1990)
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	$\text{DW} = 1,306 \times 10^{-9} P^{3,361}$	<i>P. acutus</i>	Ara (2001b)
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	$\text{DW} = 1,306 \times 10^{-9} P^{3,361}$	<i>P. acutus</i>	Ara (2001b)
<i>Temora turbinata</i>	$\text{Ln DW} = 3,34 \ln P - 19,59$	<i>T. turbinata</i>	Chisholm & Roff (1990)

A taxa de crescimento (C) dos Calanoida foi calculada através de um modelo global de crescimento proposto por Hirst & Sheader (1997):

$$C = \frac{1,0583^T B^{-0,2962}}{13,6616}$$

Onde C é o crescimento de um determinado táxon (dia^{-1}), T é a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e B é a biomassa deste táxon ($\mu\text{gC m}^{-3}$).

Resultados

Variáveis ambientais

Variações pluviométricas foram observadas, distinguindo claramente um período de chuva e de estiagem. A salinidade na área de coleta apresentou variações fortemente dirigidas pela pluviosidade variando de 0 a 38, durante a época de chuvas, e de 39 a 40, na estiagem (Tabela 3.2). A temperatura e o oxigênio dissolvido durante a baixa-mar teve média de $29,22 \pm 1,14$ e $5,18 \pm 1,57$, respectivamente. Na maioria das condições encontradas durante o estudo, foi observada grande influência marinha.

Tabela 3.2. Precipitação (mm), salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e oxigênio dissolvido (mg/L) nos períodos de chuva (C1-3) e de estiagem (C4-6) na baixa-mar no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Precipitação acumulada mensal (mm)	237,4	527	259,8	0	0	0
Salinidade – Baixa-mar	35	28	0	37	38	40
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) – Baixa-mar	29,8	29,1	31,2	28,7	28,1	28,4
Oxigênio dissolvido (mg/L) – Baixa-mar	4,8	2,6	7,1	5,5	4,7	6,4

Densidade

Dezoito espécies de copépodes foram identificadas, incluindo 11 Calanoida, 2 Cyclopoida, 2 Poecilostomatoida e 2 Harpacticoida (Tabela 3.3). *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* foram mais frequentes no estuário estudado e suas densidades variaram de acordo com a precipitação (Figura 3.2). Nos meses de estiagem (C4-6), *C. velificatus*, *P. marshi* e *P. trihamatus* foram pouco frequentes e apresentam baixa densidade. Já *A. lilljeborgii* e *T. turbinata* foram muito frequentes nos dois períodos do estudo (Tabela 3.4).

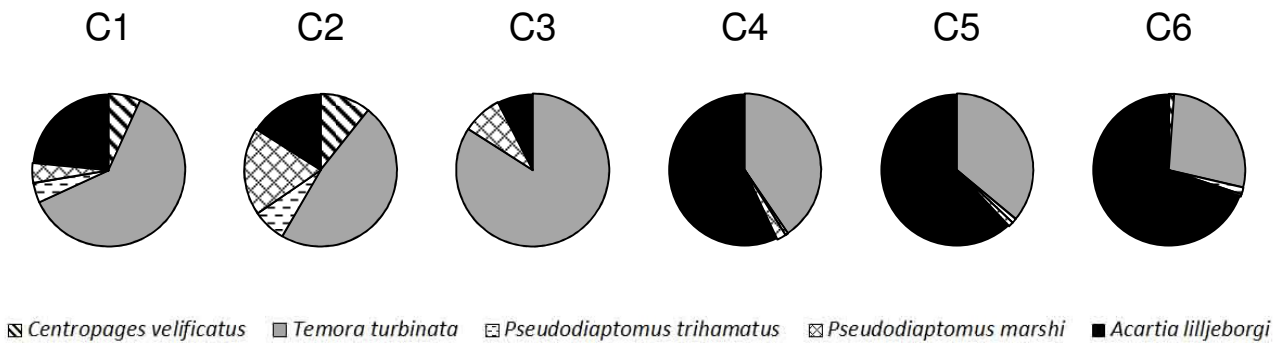


Figura 3.2. Densidade total (ind.m⁻³) das espécies estudadas *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: Períodos de chuva. C4-6: Período de estiagem.

Tabela 3.3. Densidade (ind.m⁻³) das espécies de Copepoda identificadas no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: Períodos de chuva. C4-6: Período de estiagem. Em negrito as espécies utilizadas para o cálculo da produção.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
CALANOIDA						
<i>Acartia lilljeborgii</i>	9,59	7,09	0,67	20,44	27,83	21,42
<i>Calanopia americana</i>	1,29	0	0	0	0	0
<i>Centropages velificatus</i>	2,77	4,75	0	0	0	0,36
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0	0,38	0	0	0	0
Diaptomidae	0	0	0,28	0	0	0
<i>Labidocera</i> sp.	0	0,14	0	0,59	0	0
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	0	0	0	1,44	0,13	0
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	1,70	8,19	0,74	0,70	0,46	0,17
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	0	0	0	0,33	0,65	0
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	1,72	3,14	0	0,21	0,46	0,44
<i>Temora turbinata</i>	25,03	21,11	7,41	14,51	16,18	8,49
CYCLOPOIDA						
<i>Mesocyclops orgunnus</i>	0	0	0,83	0	0	0
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	1,29	0,12	0	0	0	0
<i>Oithona</i> sp.	0	0	0	0,54	0,35	0,82
POECILOSTOMATOIDA						
<i>Corycaeus amazonicus</i>	2,90	4,79	2,77	0	1,00	0,39
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	1,20	0,92	0	0	0	0
HARPACTICOIDA						
<i>Euterpina acutifrons</i>	0,48	0	0	0,76	0,52	0,71
<i>Macrosetella gracilis</i>	0	0	0	0	0	2,27

Tabela 3.4. Frequência (%), densidade total do período, média e desvio padrão (ind./m³) de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).

	Chuva			Estiagem		
	f (%)	Média (ind./m ³)	Desvio padrão	f (%)	Média (ind./m ³)	Desvio padrão
<i>Acartia lilljeborgii</i>	83,3	1,4	2,3	100,0	5,8	6,7
<i>Centropages velificatus</i>	66,7	0,6	0,7	8,3	0,0	0,1
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	75,0	0,9	1,1	41,7	0,1	0,2
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	50,0	0,4	0,6	33,3	0,1	0,2
<i>Temora turbinata</i>	100,0	4,5	4,7	100,0	3,3	3,7

Produção

A produção das cinco espécies mais frequentes e abundantes de copépodes foi maior no período de chuvas (C1-3) com média de $0,69 \pm 0,84 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$, enquanto no período de estiagem foi de $0,25 \pm 0,4 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$. Em relação à produção total por mês, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *P. marshi* contribuíram apenas durante o período de chuvas. *Acartia lilljeborgii* e *Temora turbinata* apresentaram estratégia oposta, mas também estiveram presentes no período chuvoso (Figura 3.3 e 3.4). No período de chuvas C3, apenas *Temora turbinata* dentre as espécies estudadas contribuiu com a produção.

A média da produção de *A. lilljeborgii* foi $0,20 \pm 0,21 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ no período de chuvas e $0,23 \pm 0,17 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ no período de estiagem, de *T. turbinata*, $0,19 \pm 0,12 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ (chuva) e $0,08 \pm 0,08 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ (estiagem), de *C. velificatus*, *P. marshi* e *P. trihamatus*, apenas no período de chuvas, respectivamente, $0,32 \pm 0,39 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$, $0,13 \pm 0,23 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ e $0,03 \pm 0,11 \text{ mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$.

Considerando as diferentes marés (vazante, baixa-mar, enchente e preamar), não foi possível observar padrões ou tendências na produção das espécies estudadas (Figura 3.4). As variações existentes são decorrentes da ocorrência dos copépodes no estuário.

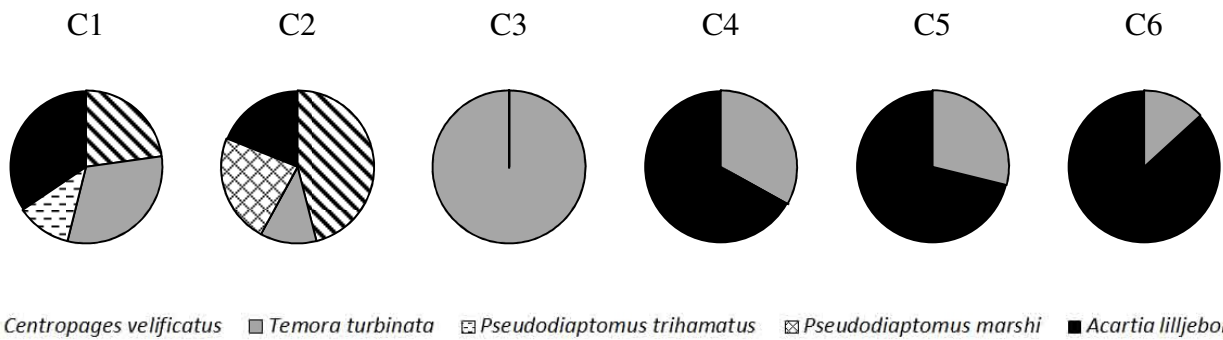


Figura 3.3. Contribuição de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* para a produção ($\text{mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: Períodos de chuva. C4-6: Período de estiagem.

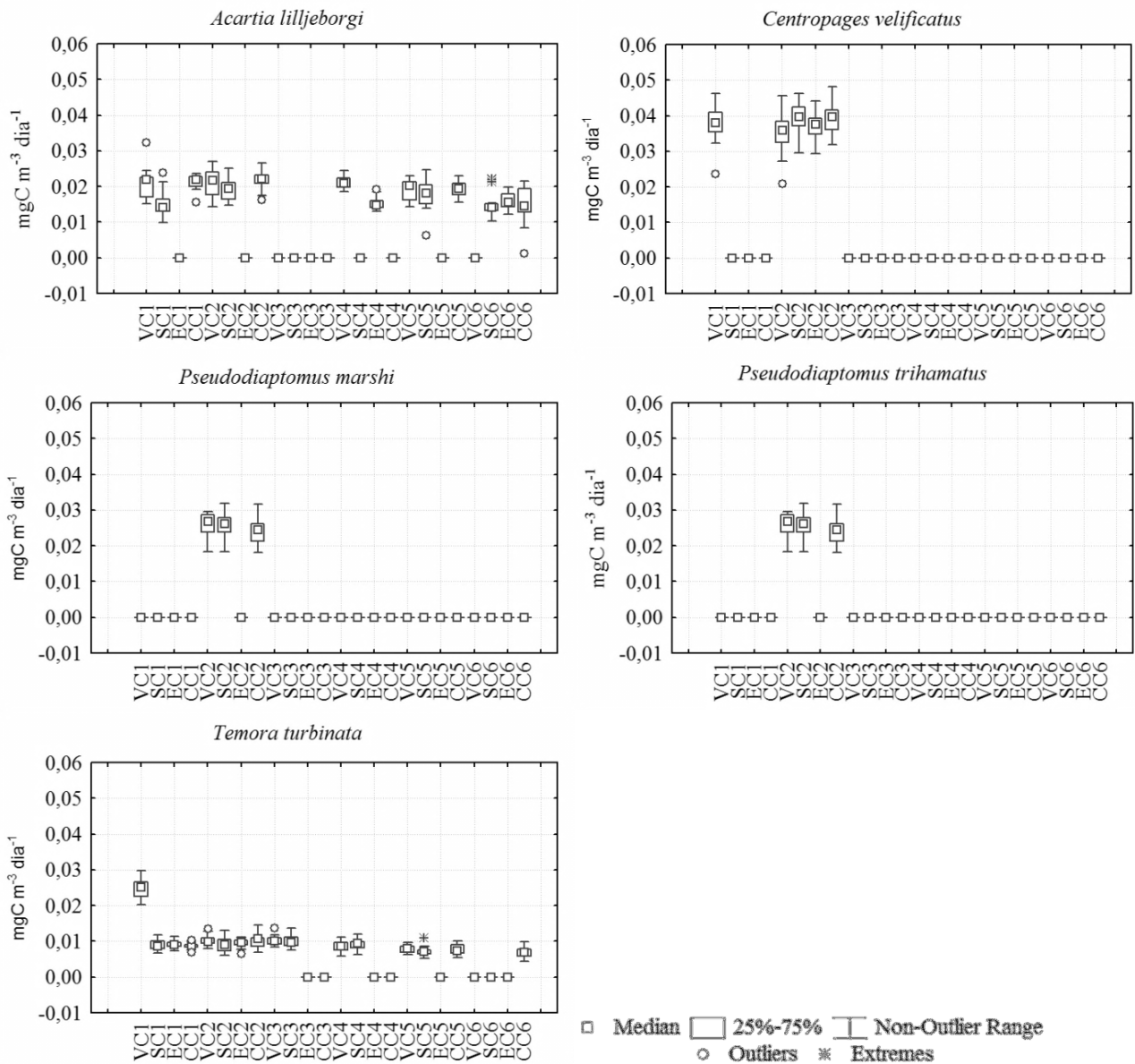


Figura 3.4. Produção (mgC m⁻³ dia⁻¹) de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* nos períodos de chuva (C1-3) e de estiagem (C4-6) no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). C1-3: períodos de chuva. C4-6: período de estiagem. Marés vazante (V), baixa-mar (S), enchente (E) e preamar (C).

Discussão

Apesar de *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus*, *Pseudodiaptomus marshi*, *P. trihamatus* e *Temora turbinata* serem citados para os estuários do Nordeste do Brasil, as informações conhecidas sobre essas espécies enfatizam, principalmente, as densidades relacionadas à precipitação.

Como a qualidade da água é um forte determinante na dinâmica do zooplâncton, bem como em sua diversidade (Chou et al., 2011), é fundamental considerar sua relação com as particularidades de cada ambiente. Regiões semiáridas são caracterizadas pela irregularidade da distribuição de chuvas e são frequentemente sujeitas a períodos de seca (Crispim et al., 2006). Contribuições fluviais são variáveis, pois refletem as estações do ano bem como a instabilidade do regime de precipitação (Lam-Hoai et al., 2006). Compreender os mecanismos pelos quais ecossistemas estuarinos respondem ao fluxo de água doce deve produzir informações importantes sobre a dinâmica destes ecossistemas essenciais, assim como sua sensibilidade à intervenção humana e da variabilidade climática (Kimmerer, 2002).

Muitos rios na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde a área estudada está localizada, são intermitentes, e fluem apenas durante a estação chuvosa. Durante a estação seca, a penetração da água do mar nos vales na preamar impede que esses rios tenham comunicação com o mar (Pinheiro & Morais, 2010). Neste período, o fluxo é praticamente inexistente, e conseqüentemente, não há diluição gradual da água do mar pelas águas do rio (Morais & Pinheiro, 2011).

A biomassa dos copépodes e taxas de produção em águas tropicais e subtropicais têm sido historicamente consideradas menores do que em águas temperadas (Raymont, 1983). Biomassa e taxas de produção muito mais elevadas têm sido observadas em águas temperadas e sub-boreais durante o verão (média de $6.85 \text{ mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$) (Uye e Liang, 1998). Nenhum estudo anterior está disponível sobre a produção de copépodes em ambientes estuarinos intermitentes no Brasil. Informações sobre produção são encontradas na região sudeste brasileira (Sistema estuarino-lagunar de Cananéia) sobre *Acartia lilljeborgii* (Ara, 2001b) e *Temora turbinata* (Ara, 2002).

Em estuários subtropicais brasileiros, *Acartia lilljeborgii* parece bem adaptada a regiões subtropicais e a ambientes estuarinos rasos, como o sistema estuarino-lagunar de Cananéia (São Paulo), onde tem alto potencial reprodutivo (Ara, 2001a). A biomassa elevada e as taxas de produção de *A. lilljeborgii* nesse sistema em comparação com outras espécies de *Acartia* de outros ambientes podem ser atribuídas às elevadas taxas de produção de ovos e incubação (Ara, 2001b).

Neste mesmo estuário subtropical, *Temora turbinata* já desempenha importante papel como produtor secundário (Ara, 2002).

Considerando as comparações possíveis, *Acartia lilljeborgii* e *Temora turbinata* apresentaram valores dentro das variações de uma região subtropical (Ara, 2001b; 2002), mas seus valores máximos no estuário do rio Pacoti foram inferiores. *Pseudodiaptomus marshi* e *P. acutus* também obtiveram valores máximos inferiores a uma espécie congênere (Liang e Uye, 1997).

Os valores de produção estimados neste estudo foram comparados a espécies congêneres (Tabela 3.5). Comparações diretas das médias não apontam informações relevantes, pois é difícil comparar com precisão os valores da produção obtidos com os de outros estudos devido às diferenças de latitude (que implica em clima e hidrologia distintos), ao método empregado para a estimativa (cálculo) de produção e as unidades utilizadas para expressar os valores. Normalmente, os dados são expressos em médias gerais do período de estudo, o que dificulta a compressão de questões particulares relacionados principalmente às análises sazonais.

Tabela 3.5. Produção de Copepoda em diversos ambientes de *Acartia* sp., *Centropages* sp., *Pseudodiaptomus* sp. e *Temora turbinata* (*calculados a partir dos dados).

Espécie	Região	Produção	Referência
<i>Acartia lilljeborgii</i>	Estuário (Brasil, Sudeste) – região subtropical	0.176±0.178 a 2.31 ±0.905mgC m ⁻³ d ⁻¹	(Ara, 2001b)
<i>Acartia tonsa</i>	Estuário Mondego (Portugal) – região temperada	Média de 43,12 mgC m ⁻³ ano ⁻¹	(Pastorinho, Vieira et al., 2003)
<i>Acartia</i> sp.	Estação costeira (UK) – região temperada	17,62 mgC m ⁻³ ano ⁻¹	(Hirst, Sheader et al., 1999)
<i>Centropages hamatus</i>	Estação costeira (UK) – região temperada	8,16 mgC m ⁻³ ano ⁻¹	(Hirst, Sheader et al., 1999)
<i>Centropages velificatus</i>	Estação costeira (Kingston, Jamaica) – região tropical	43.4 kJ m ⁻² ano ⁻¹	(Chisholm e Roff, 1990a)
<i>Centropages velificatus</i>	Estação costeira (Kingston, Jamaica) – região tropical	30.7 J m ⁻³ d ⁻¹ *	(Hopcroft, Roff et al., 1998)
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	Enseada eutrófica do Mar Interior (Japão) – região temperada	Máximo de 2,5 mgC m ⁻³ d ⁻¹	(Liang e Uye, 1997)
<i>Temora turbinata</i>	Estuário (Brasil, Sudeste) – região subtropical	0,0002 ±0,0006 a 1,115 ± 0,261 mgC m ⁻³ d ⁻¹	(Ara, 2002)
<i>Temora turbinata</i>	Estação costeira (Kingston, Jamaica) – região tropical	25.9 kJ m ⁻² ano ⁻¹	(Chisholm e Roff, 1990a)
<i>Temora turbinata</i>	Estação costeira (Kingston, Jamaica) – região tropical	55,26 J m ⁻³ d ⁻¹ *	(Hopcroft, Roff et al., 1998)

Espécies dispersoras de ovos sustentaram a maior parte da produção dentre as cinco espécies abordadas no estuário semiárido do rio Pacoti, o que pode ser comum a outros ambientes tropicais (Satapoomin, Nielsen et al., 2004).

A taxa de crescimento de espécies retentoras, como *Pseudodiaptomus marshi* e *P. acutus*, é independente do peso corporal e aumenta com a temperatura. Enquanto que, em espécies dispersoras, como *Acartia lilljeborgii*, *Centropages velificatus* e *Temora turbinata*, a taxa de crescimento diminui com o aumento do peso corporal (Hirst & Lampitt, 1998). Como nos trópicos não há grandes variações de temperatura, tem sido sugerido que o crescimento de copépodes em regiões tropicais e sub-tropicais pode ser reduzido porque os níveis de alimentos são menores do que em regiões temperadas, com grande parte do fitoplâncton dominado pelo pico e nano-plâncton, que é em grande parte indisponíveis para copépodes (Park & Landry, 1993, Webber & Roff, 1995a, Webber & Roff, 1995b).

No entanto, é importante considerar que copépodes podem consumir fontes de alimento diferentes de fitoplâncton para sustentar as suas necessidades nutricionais (Tseng, Kumar et al., 2008). Por serem alimentadores oportunistas ou onívoros, os copépodes não se alimentam exclusivamente de fitoplâncton, embora esta possa ser sua primeira escolha (Merrell e Stoecker, 1998; Kang e Poulet, 2000). Copepoda é componente-chave na cadeia alimentar "clássica" como herbívoros da produção primária e como alimento para os peixes (Cushing, 1989). Estes também colaboram com a alça microbiana (Azam, Fenchel et al., 1983), contribuindo com material orgânico dissolvido através da excreção, dispersão de pelotas fecais e alimentação descuidada (Møller e Nielsen, 2001).

As diferenças entre os valores de produção também estão associados aos estágios de desenvolvimento dos copépodes. Uma considerável parcela da biomassa e da produção é sustentada pelos copepoditos imaturos (Chisholm e Roff, 1990b; Hopcroft e Roff, 1998; Satapoomin, Nielsen et al., 2004; Miyashita, Melo Júnior et al., 2009) que não foram estimados no presente estudo. Náuplios e copepoditos imaturos têm papel central na produção em região tropical e também são intermediários críticos entre a cadeia alimentar marinha clássica e a alça microbiana (Zaleha, Sulong et al., 2008).

Como em águas tropicais, o crescimento dos copépodes pode ser limitado pela associação de altas temperaturas da água e baixos estoques de recursos alimentares (McKinnon & Duggan, 2003), é possível que hajam diferenças entre as exigências alimentares das espécies retentores e dispersoras de ovos. Espécies dispersoras podem alimentar-se de pequenas partículas, enquanto

espécies retentoras são geralmente carnívoras ou onívoras, com a capacidade para alimentação raptorial (Hirst e Lampitt, 1998).

A comunidade fitoplanctônica também é influenciada por mudanças sazonais na precipitação (Santiago, Silva-Cunha et al., 2010; Rochelle-Newall, Chu et al., 2011) podendo aumentar durante o período chuvoso, dependendo do aporte de nutrientes carreados do continente (Eskinazi-Leça, Passavante et al., 1980). No entanto, a penetração da luz em águas estuarinas é severamente limitada pela turbidez da água, devido aos sedimentos em suspensão e ao material particulado orgânico, que tende a limitar a produção do fitoplâncton (Mclusky, 1989). A abundância de detritos dos ambientes estuarinos (Kennish, 1986) pode favorecer o aumento da produção dos copépodes dispersores, mas também diminuir a oferta de fitoplâncton.

Desta forma, percebe-se que a falta de padrão ou tendências para a produção dos copépodes estudados no estuário do Rio Pacoti precisa ser analisada sob condições mais específicas e considerando as particularidades de cada espécie (retentoras ou dispersoras). As variações existentes foram decorrentes da influência dos parâmetros abióticos e bióticos (alimentação, predação, competição etc.), que condicionam a ocorrência das espécies no estuário, e, por isso, necessitam de estudos mais apropriados para essas condições estuarinas em ambiente semiárido.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) pelo apoio logístico durante a amostragem.

Referências bibliográficas

ARA, K. Daily egg production rate of the planktonic calanoid copepod *Acartia lilljeborgi* Giesbrecht in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 445, n. 1, p. 205-215, 2001a. ISSN 0018-8158.

_____. Temporal variability and production of the planktonic copepods in the Cananéia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. II. *Acartia lilljeborgi*. **Plankton Biology & Ecology**, v. 48, n. 1, p. 35-45, 2001b.

_____. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 4, p. 399-406, Dec 2002. ISSN 0214-8358.

_____. Temporal Variability and Production of the Planktonic Copepod Community in the Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. **Zoological Studies**, v. 43, n. 2, p. 179-186, 2004.

ARAÚJO, H. M. P. et al. Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 751-762, 2008. ISSN 1519-6984.

AZAM, F. et al. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 10, p. 257-263, 1983.

BABAN, S. M. J. Environmental Monitoring of Estuaries; Estimating and Mapping Various Environmental Indicators in Breydon Water Estuary, U.K., Using Landsat TM Imagery. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 44, n. 5, p. 589-598, 1997.

BACON, P. R. Plankton studies in a Caribbean estuarine environment. **Caribbean Journal of Science**, v. 11, n. 1-2, p. 81-89, 1973.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas Del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. p.587-679.

BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Zooplankton of the South Atlantic Ocean**. Leiden: Backhuys Publishers, v.2, 1999. p.869-1098.

CARVALHO, O.; RODRIGUES, F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável (Escala de necessidades humanas e manejo ambiental integrado). **GEOgraphia**, v. 6, n. 12, p. 111-125, 2004.

CHISHOLM, L.; ROFF, J. Abundances, growth rates, and production of tropical neritic copepods off Kingston, Jamaica. **Marine Biology**, v. 106, n. 1, p. 79-89, 1990a. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF02114677> >.

_____. Size-weight relationships and biomass of tropical neritic copepods off Kingston, Jamaica. **Marine Biology**, v. 106, n. 1, p. 71-77, 1990b. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF02114676> >.

CUSHING, D. H. A difference in structure between ecosystems in strongly stratified waters and in those that are only weakly stratified. **Journal of Plankton Research**, v. 11, n. 1, p. 1-13, January 1, 1989 1989. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/11/1/1.abstract> >.

ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. D. O.; FRANÇA, L. M. B. Composição do microfitoplâncton do estuário do Rio Igarassu (Pernambuco). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, p. 163-167, 1980. ISSN 0373-5524. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-55241980000200033&nrm=iso >.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; BJÖRNBERG, T. Seasonal Dynamics of Mesozooplankton in Brazilian Coastal Waters. **Hydrobiologia**, v. 563, n. 1, p. 253-268, 2006. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-006-0014-6> >.

HIRST, A. G.; LAMPITT, R. S. Towards a global model of in situ weight-specific growth in marine planktonic copepods. **Marine Biology**, v. 132, n. 2, p. 247-257, 1998. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s002270050390> >.

HIRST, A. G.; SHEADER, M. Are in situ weight-specific growth rates body-size independent in marine planktonic copepods? A re-analysis of the global syntheses and a new empirical model. **Marine Ecology Progress Series**, v. 154, p. 155-165, July 31, 1997 1997. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v154/p155-165/> >.

HIRST, A. G.; SHEADER, M.; WILLIAMS, J. A. Annual pattern of calanoid copepod abundance, prosome length and minor role in pelagic carbon flux in the Solent, UK. **Marine Ecology Progress Series**, v. 177, p. 133-146, February 11, 1999 1999. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v177/p133-146/> >.

HOPCROFT, R. R.; ROFF, J. C. Zooplankton growth rates: the influence of size in nauplii of tropical marine copepods. **Marine Biology**, v. 132, n. 1, p. 87-96, 1998. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s002270050374> >.

HOPCROFT, R. R.; ROFF, J. C.; LOMBARD, D. Production of tropical copepods in Kingston Harbour, Jamaica: the importance of small species. **Marine Biology**, v. 130, n. 4, p. 593-604, 1998. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s002270050281> >.

KANG, H.-K.; POULET, S. A. Reproductive success in *Calanus helgolandicus* as a function of diet and egg cannibalism. **Marine Ecology Progress Series**, v. 201, p. 241-250, 2000.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: Biological Aspects**. Boca Raton: CRC Pres, 1986.

KIØRBOE, T. Population regulation and role of mesozooplankton in shaping marine pelagic food webs. **Hydrobiologia**, v. 363, n. 1, p. 13-27, 1997. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/A:1003173721751> >.

LIANG, D.; UYE, S. Population dynamics and production of the planktonic copepods in a eutrophic inlet of the Inland Sea of Japan. IV. *Pseudodiaptomus marinus*, the egg-carrying calanoid. **Marine Biology**, v. 128, n. 3, p. 415-421, 1997. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s002270050107> >.

MAGALHÃES, A. et al. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 2, p. 133-148, 2009.

MAGRIS, R. A.; PEREIRA, J. B.; FERNANDES, L. F. L. Interannual Variability in Tropical Estuarine Copepod Assemblages off Northeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 31, n. 2, p. 260-269, 2011. Disponível em: < <http://www.jcbonline.org/doi/abs/10.1651/10-3308.1> >.

MARCOLIN, C. R. et al. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, p. 210-216, 2010.

MAUCHLINE, J. The biology of calanoid copepods. **Advances in Marine Biology**, v. 33, p. 1-710, 1998.

MCLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2ª. Glasgow: Blackie, 1989. 215.

MEDEIROS, G. F. et al. Current distribution of the exotic copepod *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 along the northeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 4, p. 241-245, 2006.

MERRELL, J. R.; STOECKER, D. K. Differential grazing on protozoan microplankton by developmental stages of the calanoid copepod *Eurytemora affinis* Poppe. **Journal of Plankton Research**, v. 20, n. 2, p. 289-304, January 1, 1998. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/20/2/289.abstract> >.

MIYASHITA, L. K.; MELO JÚNIOR, M.; LOPES, R. M. Estuarine and oceanic influences on copepod abundance and production of a subtropical coastal area. **Journal of Plankton Research**, v. 31, n. 8, p. 815-826, 2009.

MOLISANI, M. M.; CRUZ, A. L. V.; MAIA, L. P. Estimativas das descargas fluviais para os estuários do Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 53-60, 2006.

MØLLER, E. F.; NIELSEN, T. G. Production of Bacterial Substrate by Marine Copepods: Effect of Phytoplankton Biomass and Cell Size. **Journal of Plankton Research**, v. 23, n. 5, p. 527-536, May 1, 2001. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/23/5/527.abstract> >.

NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Variação diurna e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Ipojuca, PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 103-133, 1996.

PASTORINHO, R. et al. Distribution, production, histology and histochemistry in *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) as means for life history determination in a temperate estuary (Mondego estuary, Portugal). **Acta Oecologica**, v. 24, Supplement 1, n. 0, p. S259-S273, 2003. ISSN 1146-609X.

RAYMONT, J. E. G. **Plankton and productivity in the ocean**. 2ª UK: Pergamon Press, 1983. 824.

ROCHELLE-NEWALL, E. J. et al. Phytoplankton diversity and productivity in a highly turbid, tropical coastal system (Bach Dang Estuary, Vietnam). **Biogeosciences Discussions**, v. 8, n. 1, p. 487-525, 2011. ISSN 1810-6285.

SANTIAGO, M. F. et al. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 189-205, 2010. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592010000300002&nrm=iso >.

SANTOS, T. G. et al. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 41-56, 2009.

SATAPOOMIN, S.; NIELSEN, T. G.; HANSEN, P. J. Andaman Sea copepods: spatio-temporal variations in biomass and production, and role in the pelagic food web. **Marine Ecology Progress Series**, v. 274, p. 99-122, June 24, 2004 2004. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v274/p99-122/> >.

SEMACE. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará - Zona Costeira**. Fortaleza: SEMACE, 2006.

SILVA, A. P. et al. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso >.

SILVA, T. A. et al. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 439-446, 2003.

TSENG, L.-C. et al. Copepod Gut Contents, Ingestion Rates, and Feeding Impacts in Relation to Their Size Structure in the Southeastern Taiwan Strait. **Zoological Studies**, v. 47, n. 4, p. 402-416, 2008.

UYE, S.-I.; LIANG, D. Copepods attain high abundance, biomass and production in the absence of large predators but suffer cannibalistic loss. **Journal of Marine Systems**, v. 15, n. 1-4, p. 495-501, 1998. ISSN 0924-7963. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924796397000523> >.

UYE, S.-I.; NAGANO, N.; SHIMAZU, T. Abundance, Biomass, Production and Trophic Roles of Micro- and Net-Zooplankton in Ise Bay, Central Japan, in Winter. **Journal of Oceanography**, v. 56, n. 4, p. 389-398, 2000. ISSN 0916-8370. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011172221257> >.

WILSON, J. G. Productivity, Fisheries and Aquaculture in Temperate Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, n. 6, p. 953-967, 2002. ISSN 0272-7714. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771402910383> >.

ZALEHA, K. et al. Species Composition and Abundance of Planktonic Copepods in Pahang Estuaries, Malaysia. **Journal of Sustainability Science and Management**, v. 3, n. 1, p. 11-22, 2008.

**CAPÍTULO 4: Avaliação de uma região estuarina semiárida sob o
enfoque do mesozoplâncton bioindicador**

Avaliação de uma região estuarina semiárida sob o enfoque do mesozooplâncton bioindicador

Resumo: A abundância e a distribuição do zooplâncton são conhecidos por serem influenciados pelas condições hidrográficas, por isso esses organismos têm sido sugeridos como bons indicadores biológicos de condições ambientais e de massas d'água. A comunidade zooplânctônica sob o enfoque dos bioindicadores de massas d'água e das condições de poluição foi estudada para fornecer subsídios que auxiliem a compreensão da dinâmica do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará). A amostragem foi realizada nas mesomares de sizíguas, durante os períodos de chuva e de estiagem de 2008. Nesse estuário semiárido, as espécies bioindicadoras do mesozooplâncton mostram com eficiência a origem das massas d'água: água continental, estuarina ou marinha. A qualidade ambiental do estuário em relação aos impactos antrópicos está relacionada à condição eutrófica. *Acartia lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona* spp., *Oithona oswaldocruzi* e *Oikopleura dioica* são as principais espécies que representam possíveis indícios desta condição. As espécies do mesozooplâncton encontradas no estuário retratam claramente que o ambiente estudado tem grande influência marinha, bem como variações de acordo com o regime pluviométrico.

Palavras-chave: indicador biológico, impactos antrópicos, eutrofização, massas d'água.

Abstract: The abundance and distribution of zooplankton are known to be influenced by hydrographic conditions, so these organisms have been suggested as good biological indicators of environmental conditions and water bodies. The zooplankton community from the standpoint of biological indicators of water masses and pollution conditions was studied to provide information to assist in understanding the dynamics of the semiarid estuary of the Pacoti River (Brazil, Ceará). Sampling was conducted in the spring tides during periods of rain and drought of 2008. In this semiarid estuary, the bioindicators of the mesozooplankton effectively show the origin of water masses: freshwater, estuarine or marine. The environmental quality of the estuary in relation to human impacts is related to eutrophic condition. *Acartia lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona* spp., *Oithona oswaldocruzi* and *Oikopleura dioica* are the main species that represent possible evidence of this condition. The species of the mesozooplankton found in the estuary show clearly that the environment in question has great marine influence, as well as variations in accordance with the pluviometric regime.

Keywords: biological indicator, human impacts, eutrophication, water masses.

Introdução

Zooplâncton é o conjunto de diminutos animais aquáticos, que vivem à deriva na coluna de água dos oceanos, mares, estuários ou água continental (Ferdous e Muktadir, 2009). O zooplâncton reúne os animais e os protistas não fotossintetizantes (Bonecker, 2009) e Copepoda é o táxon mais abundante dentre o holoplâncton (Lansac-Tôha e Lima, 1993). Copépodes são caracterizados por uma grande flexibilidade na adaptação a um ambiente variável e tendem a manter um estoque permanente e estável mesmo na presença de fontes alimentares variáveis (Mazzocchi e D'alcalà, 1995).

Como a abundância e a distribuição do zooplâncton são conhecidas por ser influenciados pelas condições hidrográficas (Christou, 1998; Escribano e Hidalgo, 2000; Hwang, Tu et al., 2004; Hwang, 2006; Marques, Azeiteiro et al., 2008), esses organismos têm sido sugeridos como bons indicadores biológicos (Beaugrand, Ibañez et al., 2000; Li, Gargett et al., 2000) de condições ambientais (Beaugrand, 2004; Bonnet e Frid, 2004) e de massas de água (Beaugrand, Reid et al., 2002; Costa, Neumann-Leitão et al., 2004; Hwang e Wong, 2005). A identificação de bioindicadores de massas d'água pode auxiliar na compreensão da dinâmica estuarina com maior eficiência, já que esse ambiente tem a constante mistura das águas continental e salgada como uma das características basilares (Mclusky, 1989).

Recentemente, também está sendo visto que o zooplâncton estuarino pode ser um indicador de mudança climática melhor do que o zooplâncton marinho, pois o ambiente estuarino é mais afetado por mudanças na temperatura do ar e precipitação do que o mar aberto. No entanto, a maioria dos estuários suporta a colonização e as atividades humanas causadoras de condições de deficiência que podem interferir na resposta do zooplâncton às mudanças climáticas (Intxausti, Villate et al., 2012).

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a comunidade zooplanctônica sob o enfoque dos bioindicadores de massas d'água e das condições de poluição para fornecer subsídios que auxiliem a compreensão da dinâmica do estuário semiárido do rio Pacoti (Brasil, Ceará).

As hipóteses testadas foram:

- No estuário semiárido do Rio Pacoti, as espécies bioindicadoras do zooplâncton mostram com eficiência a origem das massas d'água.
- As espécies bioindicadoras do zooplâncton podem revelar a qualidade ambiental do estuário semiárido do Rio Pacoti em relação a fatores antrópicos.

Materiais e método

Área de estudo

O rio Pacoti está localizado na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, entre as latitudes 3°53'15" S e 3°55'0" S e longitudes 38°22'30" W e 38°26'5" W (Figura 4.1). A maioria do estuário está incluída na Área de Proteção Ambiental do Rio Pacoti, o que dificulta danos aos manguezais locais. O clima é tropical, com precipitação média anual de cerca de 1.200 mm, distribuídos em um verão chuvoso de fevereiro a junho e estação seca de julho a janeiro. As temperaturas médias anuais variam entre 25 a 27 °C. O rio Pacoti se estende ao longo de 150 km das montanhas de Baturité para o mar. Área total da bacia atinge 1.000 km² e na bacia costeira, a jusante do último reservatório artificial, de 132 km² (Molisani, Cruz et al., 2006).

Grandes mudanças na área de mangue ocorreram entre 1968 e 1999, principalmente devido ao fim da produção de sal, o abandono das salinas e construção de barragens. Além da cessação da produção de sal, outra grande mudança no uso da terra na área foi a construção de duas grandes barragens no rio Pacoti (Reservatórios Pacoti e Gavião) para fornecer água a região Metropolitana de Fortaleza (Carvalho e Rodrigues, 2004).

Os principais impactos ambientais decorrentes da utilização inadequada dos recursos naturais são a poluição hídrica, provinda de estabelecimentos turísticos e de atividades de lazer, o desmatamento da vegetação nativa (vegetação de dunas e manguezal), o desencadeamento de processos de erosão e assoreamento e a consequente diminuição da biodiversidade local (Goyareb, Silva et al., 2005).

Descarga de água continental, marés e ondas são importantes fatores de controle da morfologia estuarina. Desta forma, o acúmulo de sedimentos em margens de rios e a criação de ilhas no estuário do rio Pacoti, na qual mangue está crescendo e se expandindo, são determinados pela relativa importância fluvial contra a força marinha. Geralmente, as taxas de sedimentação são inversamente proporcionais às entradas de água continental e descargas maiores podem liberar sedimentos de estuários (Pontee, Whitehead et al., 2004).

Assim como em outras bacias hidrográficas do semiárido no Nordeste do Brasil, o Rio Pacoti tem sua vazão fortemente regulada por barragens. A retenção do reservatório reduz as descargas de água continental para o estuário. A vazão fluvial média resultante para o estuário do rio Pacoti é estimada nos períodos de chuva e de estiagem em 19 e 1m³/s, respectivamente (Molisani, Cruz et al., 2006).

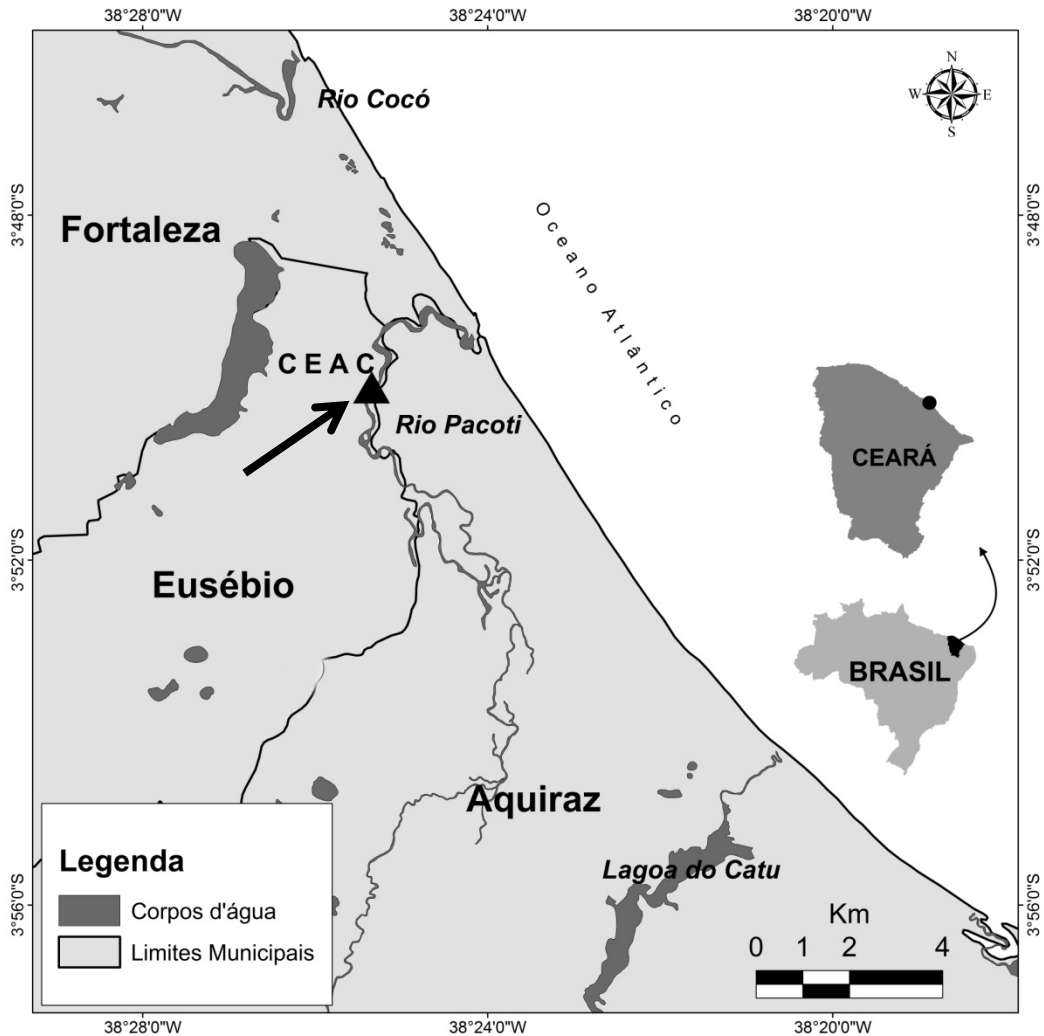


Figura 4.1: Localização geográfica do Estuário do Rio Pacoti (Brasil, Ceará), evidenciando a localização da área de estudo (seta), próxima ao Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC).

Amostragem e análise no laboratório

O zooplâncton foi coletado a 3 km da foz do estuário do Rio Pacoti, através de arrastos horizontais subsuperficiais com rede cônica de 300 μm , acopladas com fluxômetro “General Oceanics”. As amostras foram imediatamente fixadas a bordo com formalina 4%, tamponada com tetraborato de sódio ($5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$).

A amostragem foi realizada nas mesomares de sizígias (vazante, baixa-mar, enchente e preamar), durante os períodos de chuva (março, abril e maio) e de estiagem (setembro, outubro e novembro) de 2008.

Uma subamostra de 10 mL, obtida com uma pipeta Stempel, foi colocada numa placa de contagem Bolgorov e analisadas sob um estereomicroscópio. Três subamostras de cada amostra foram contadas. As espécies foram identificadas de acordo com a bibliografia especializada (Tregouboff e Rose, 1957; Boltovskoy, 1981; 1999).

Análise dos dados

As informações sobre as bioindicadoras foram obtidas em revistas científicas. Esses dados foram utilizados para classificar as espécies do estuário do rio Pacoti em bioindicadores de massas d'água ou bioindicadores da qualidade ambiental.

Resultados

Uma clara variação pluviométrica foi observada durante o período de estudo, onde foi possível distinguir um período de chuva e de estiagem (Figura 4.2). A salinidade na área de coleta apresentou variações fortemente dirigidas pela pluviosidade. Durante o período de chuvas, foi registrada valores de 0 a 38, enquanto que, na estiagem, variou de 39 a 40.

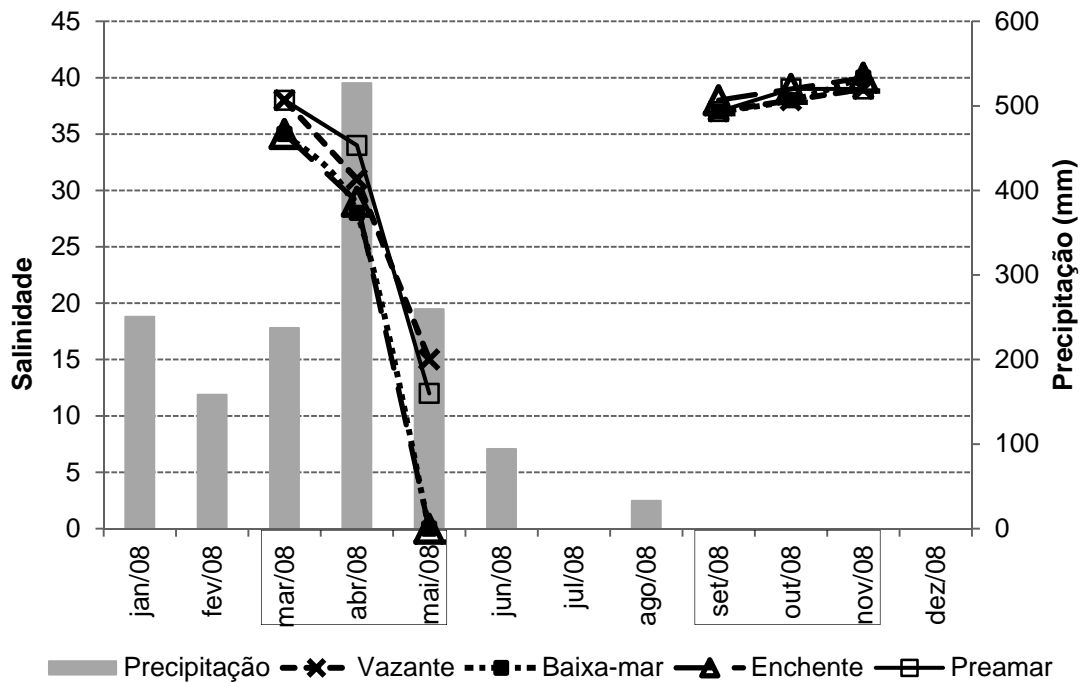


Figura 4.2. Variação da salinidade no período de coleta (meses em destaque) e precipitação mensal (mm) de janeiro a dezembro de 2008 na área de coleta do estuário do Rio Pacoti (CE).

No estuário do Rio Pacoti (Brasil, Ceará) foram encontradas 22 espécies de zooplâncton (1 Rotifera, 2 Cladocera, 13 Copepoda, 1 Decapoda Sergestoidea, 1 Chaetognatha e 2 Appendicularia) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1. Densidade (ind.m⁻³) do zooplâncton durante o período de chuvas (C) e de estiagem (E) no estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).

Espécies	C	E	Táxon
<i>Brachionus patulus macracanthus</i> O. F. Muller, 1786	0,4	0,0	Rotifera
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1975	1,2	0,0	Cladocera
<i>Macrothrix</i> sp.	0,3	0,0	Cladocera
<i>Moina</i> cf. <i>micrura</i> Kurz, 1874	0,1	0,0	Cladocera
<i>Moina</i> sp.	0,1	0,0	Cladocera
<i>Acartia</i> (Copepodito juvenil)	0,5	1,4	Copepoda
<i>Acartia lilljeborgii</i> Giesbrecht, 1889	17,3	69,7	Copepoda
<i>Calanopia americana</i> F. Dahl, 1894	1,3	0,0	Copepoda
<i>Centropages velificatus</i> (Dana, 1852)	7,5	0,4	Copepoda
<i>Clausocalanus furcatus</i> Brady, 1833	0,4	0,0	Copepoda
<i>Corycaeus amazonicus</i> F. Dahl, 1894	10,5	1,4	Copepoda
<i>Corycaeus giesbrechti</i> F. Dahl, 1894	2,1	0,0	Copepoda
Copepoda (Diaptomidae)	0,3	0,0	Copepoda
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1849)	0,5	2,0	Copepoda
<i>Labidocera</i> sp.	0,1	0,6	Copepoda
<i>Labidocera</i> (Copepodito juvenil)	0,1	0,0	Copepoda
<i>Macrosetella gracilis</i> (Dana, 1847)	0,0	2,3	Copepoda
<i>Mesocyclops</i> sp.	0,8	0,0	Copepoda
<i>Oithona</i> spp.	0,0	1,7	Copepoda
<i>Oithona oswaldocruzi</i> Oliveira, 1945	1,4	0,0	Copepoda
<i>Pseudodiaptomus</i> (Copepodito juvenil)	24,8	2,1	Copepoda
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> F. Dahl, 1894	0,0	1,6	Copepoda
<i>Pseudodiaptomus marshi</i> Wright S., 1936	10,6	1,3	Copepoda
<i>Pseudodiaptomus richardi</i> (F. Dahl, 1894)	0,0	1,0	Copepoda
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i> Wright S., 1937	4,9	1,1	Copepoda
<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	53,6	39,2	Copepoda
<i>Lucifer</i> (Protozoa)	0,4	3,4	Decapoda Sergestoidea
<i>Lucifer faxoni</i> Borradaile, 1915	0,4	0,3	Decapoda Sergestoidea
<i>Ferosagitta hispida</i>	1,9	4,2	Chaetognatha
<i>Oikopleura dioica</i> Fol, 1872	8,5	6,2	Appendicularia
<i>Oikopleura longicauda</i> Vogt, 1854	1,8	0,0	Appendicularia

Nesse estuário semiárido, as espécies bioindicadoras do mesozooplâncton mostram com eficiência a origem das massas d'água: água continental, estuarina ou marinha (costeira/nerítica). *Brachionus patulus macracanthus*, *Diaphanosoma spinulosum*, *Moina* cf. *micrura* ocorreram apenas no período de chuva, quando houve maior aporte de água fluvial no estuário. *Macrosetella gracilis*, *Oithona* spp., *Oithona oswaldocruzii*, *Pseudodiaptomus acutus* e *Pseudodiaptomus richardi* foram exclusivos do período de estiagem quando a influência marinha predominou. *Ferosagitta hispida*, *Oikopleura dioica* e *Oikopleura longicauda* estiveram presentes em ambos os períodos, mas ocorreram apenas durante as marés enchente e preamar. *Acartia lilljeborgii*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus trihamatus* e *Temora turbinata* ocorreram durante todo o período de amostragem (Figura 4.3).

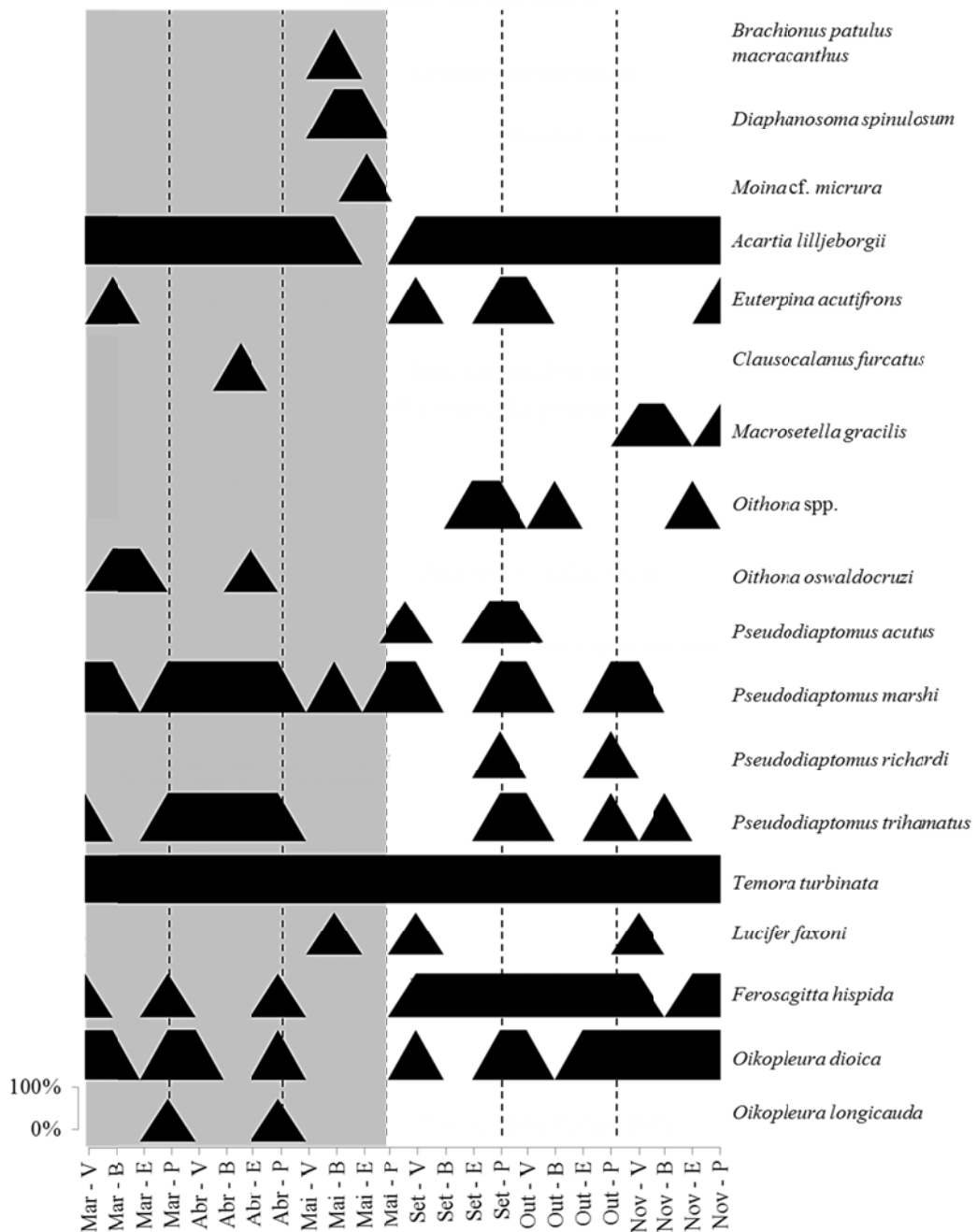


Figura 4.3. Espécies bioindicadoras do mesozoplâncton durante o período de chuvas (Mar-março, Abr-abril, Mai-maio) e de estiagem (Set-setembro, Out-outubro, Nov-novembro), nas marés vazante (V), baixa-mar (B), enchente (E) e preamar (P), do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).

A qualidade ambiental do estuário em relação aos impactos antrópicos também pode ser verificada a partir de informações já conhecidas contidas na literatura, estando principalmente relacionados à condição eutrófica (produtividade primária elevada, baixa transparência e altas concentrações de partículas em suspensão). *Acartia lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona*

spp., *Oithona oswaldocruzi* e *Oikopleura dioica* são as principais espécies que representam possíveis indícios desta condição no estuário semiárido do Rio Pacoti (Tabela 4.2).

Tabela 4.2. Bioindicadores (mesozooplâncton) do estuário semiárido do Rio Pacoti (Brasil, Ceará).

Espécies	Bioindicador
<i>Brachionus patulus macracanthus</i>	Água continental (Negreiros, Rojas et al., 2009), poluição orgânica (Koste, 1978)
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	Água continental (Negreiros, Rojas et al., 2009)
<i>Moina</i> cf. <i>micrura</i>	Água continental (Negreiros, Rojas et al., 2009)
<i>Acartia lilljeborgii</i>	Águas estuarinas e costeiras (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999) e ambientes contaminados (Gajbhiye, Stephen et al., 1991)
<i>Clausocalanus furcatus</i>	Águas costeiras eutróficas (Mazzocchi e D'alcalà, 1995)
<i>Euterpina acutifrons</i>	Águas neríticas (Villate, 1997) com alta concentração de material particulado em suspensão (Sautour e Castel, 1993)
<i>Macrosetella gracilis</i>	Água marinha oligotrófica (Eberl, Cohen et al., 2007)
<i>Oithona</i> spp.	Águas eutróficas (Almeida, Costa et al., 2012)
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	Águas eutróficas (Calbet, Landry et al., 2000)
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	Águas estuarinas (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999)
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	Água estuarinas oligohalinas-mesohalinas (Magalhães, Pereira et al., 2010; Costa, Atique et al., 2011).
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	Águas estuarinas (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999)
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	Espécie exótica (Medeiros, Rocha et al., 1991).
<i>Temora turbinata</i>	Espécie exótica (Ara, 2002). Águas costeiras e oceânicas (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999).
<i>Lucifer faxoni</i>	Águas costeiras (Bowman e McCain, 1967; Criales e McGowan, 1993; Webber, Edwards-Myers et al., 2005)
<i>Ferosagitta hispida</i>	Águas costeiras (Liang e Vega-Pérez, 1994).
<i>Oikopleura dioica</i>	Águas eutróficas costeiras (Uye e Ichino, 1995)
<i>Oikopleura longicauda</i>	Águas neríticas (Zakaria, 2006)

Discussão

O regime de precipitação da região nordeste do Brasil estabelece períodos de chuva e de estiagem (Eskinazi-Sant'anna, 2000; Sterza e Fernandes, 2006; Cavalcanti, Neumann-Leitão et al., 2008). Tais períodos criam mudanças nas condições ambientais e geram uma sazonalidade que permite a ocorrência de espécies límnicas, estuarinas e marinhas (neríticas) no estuário.

O zooplâncton de água continental é constituído, principalmente, por Cladocera, Copepoda e Rotifera (Negreiros, Rojas et al., 2009). Rotíferos dominam o nicho ecológico

dos pequenos filtradores (Keppeler e Hardy, 2004) e a competição é uma forte variável que afeta sua ocorrência relativa (Nandini e Sarma, 2002; 2004). Cladóceros são usados em estudos experimentais por serem uma importante ferramenta na explicação dos mecanismos ecológicos responsáveis pela transferência de matéria e de energia (Vieira, Medeiros et al., 2011).

A densidade do rotífero *Brachionus patulus macracanthus* e dos cladóceros *Diaphanosoma spinulosum*, *Macrothrix* sp., *Moina* cf. *micrura* e *Moina* sp. bem como a diversidade de Rotifera e Cladocera foram muito baixas no estuário semiárido do rio Pacoti demonstrando que a presença de água continental foi muito restrita, contudo a presença de Rotifera do gênero *Brachionus* pode indicar poluição orgânica de acordo com o número de indivíduos (Koste, 1978). Na bacia de drenagem do Rio Pacoti, a vazão dos rios e do fluxo para o estuário é controlado de acordo com a rotina de operação das barragens (Molisani, Cruz et al., 2006). Em rios barrados, a ocorrência e densidade de espécies límnicas na região estuarina podem indicar a presença de fluxo de água continental nos rios liberados pelas barragens, principalmente se no ambiente estuarino houver grande influência marinha. Barramentos implicam no avanço da intrusão salina, aumento do tempo de residência dos estuários, hipersalinização e na redução da carga de sedimentos e nutrientes para a zona costeira (Pinheiro, Medeiros et al., 2004; Araújo, Güntner et al., 2006; Morais, Pinheiro et al., 2008).

Durante o período de estudo, diferentes espécies de origem marinha estiveram presentes no estuário do Rio Pacoti o que atesta a influência marinha na região. Esta característica possivelmente é comum aos estuários semiáridos já que a intermitência de chuvas promove a presença de características estuarinas apenas em parte do ano.

Os apendiculários (Larvacea) são constituintes importantes do zooplâncton, considerando a biomassa e a produtividade secundária, além da produção de neve marinha (casas) (Miyashita e Lopes, 2011). *Oikopleura dioica* é amplamente distribuído nos oceanos do mundo (Shiganova, 2005), encontrado em águas eutróficas costeiras (Uye e Ichino, 1995), enquanto *Oikopleura longicauda* é nerítica (Zakaria, 2006).

Algumas espécies de quetognata são úteis como indicadores hidrológicos de movimentos das massas d'água (Cheney, 1985); a espécie *Ferosagitta hispida* indica águas costeiras (Liang e Vega-Pérez, 1994). O decápode *Lucifer faxoni* também é comum no ambiente costeiro (Bowman e McCain, 1967; Criales e McGowan, 1993; Webber, Edwards-Myers et al., 2005).

Copépodes, por serem dominantes em estuários tropicais (Saravanakumar, Rajkumar et al., 2007; Brugnoli-Olivera e Morales-Ramírez, 2008; Duggan, Mckinnon et al., 2008; Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009), podem fornecer informações relevantes sobre o ambiente.

As espécies do gênero *Pseudodiaptomus* são as únicas tipicamente estuarinas (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markhaseva et al., 1999). A salinidade é um fator importante na regulação da composição, densidade e distribuição das espécies de *Pseudodiaptomus* nos estuários (Magalhães, Costa et al., 2006). *Pseudodiaptomus acutus*, *P. marshi* e *P. richardi* são facilmente encontrados em ambientes estuarinos do Brasil (Sankarankutty, Lins Oliverira et al., 1995; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Magalhães, Bessai et al., 2009; Marcolin, Conceição et al., 2010). *Pseudodiaptomus trihamatus* é uma espécie exótica à costa brasileira; é provável que tenha sido introduzida no Nordeste do Brasil em 1977, em decorrência da importação de camarões *Penaeus monodon* Fabricius, 1798 usados para cultivo (Medeiros, Rocha et al., 1991).

Embora seja capaz de sobreviver e até se reproduzir em águas hipersalinas (Medeiros, Medeiros et al., 2006), *P. marshi* demonstra preferência por áreas estuarinas onde o regime oligohalino-mesohalino é predominante (Magalhães, Pereira et al., 2010; Costa, Atique et al., 2011). No estuário do rio Pacoti, esta espécie apresentou maior densidade nos meses chuvosos onde o regime oligohalino-mesohalino esteve presente. Devido à preferência ambiental, uma população de *P. marshi* pode ser usada como um bom indicador de águas estuarinas de baixa salinidade.

Acartia lilljeborgii é comum em estuários brasileiros (Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Gonçalves, Lopes et al., 2004; Pessoa, Neumann-Leitão et al., 2009; Santos, Gusmão et al., 2009; Marcolin, Conceição et al., 2010), com centro de dispersão em salinidades maiores (Ara, 2001). A presença contínua desta espécie em ambientes contaminados indica que ela é muito resistente e, portanto, apropriado para ser usado como um indicador de poluição (Gajbhiye, Stephen et al., 1991). *Acartia lilljeborgii* também é indicadora de águas estuarinas e costeiras (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markahseva et al., 1999).

Oithona oswaldocruzi pode ser considerada como espécie estuarino-marinha por ser encontrada em ampla faixa de salinidade, com afinidade pelos setores mesohalinos e polihalinos do estuário (Lopes, Vale et al., 1998). Copépodes do gênero *Oithona* podem eficientemente ingerir partículas relativamente pequenas, incluindo nanofitoplâncton, e também células grandes (> 50 µm), que podem favorecer seu domínio em condições

eutróficas (Calbet, Landry et al., 2000). Todas essas características demonstram que este gênero é altamente adaptado às condições ambientais comuns em sistemas eutróficos, o que torna este um gênero um potencial bioindicador de condições eutróficas (Almeida, Costa et al., 2012). Alguns espécimes de Oithonidae estavam no estágio jovem, sendo difícil a identificação da espécie.

Temora turbinata é uma espécie costeira e oceânica (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve, Markahseva et al., 1999) bastante difundida e tolerante a uma ampla variação do ambiente (Bradford, 1977). No estreito de Taiwan, *T. turbinata* esteve restrito ao ambiente nerítico mais do que limitado pela temperatura ou salinidade (Lan, Lee et al., 2009). *Temora turbinata* é exótica à costa brasileira, tendo sido introduzida provavelmente através da água de lastro. No Brasil, esta espécie vem sendo encontrada em vários estuários (Ara, 2002; Silva, Neumann-Leitão et al., 2003; Silva, Neumann-Leitão et al., 2004; Sterza e Fernandes, 2006). Esta espécie parece estar eliminando ou afastando em direção às regiões mais afastadas e oceânicas, por competição, a espécie congênera nativa *Temora stylifera*, antes bastante comum em áreas costeiras e estuarinas do Brasil (Neumann-Leitão, 1994).

Clausocalanus furcatus é um dos Calanoida mais abundante em águas epipelágicas oligotróficas (Peralba e Mazzocchi, 2004) e em regiões costeiras eutróficas (Mazzocchi e D'alcalà, 1995). *Euterpina acutifrons* é nerítica (Villate, 1997) e vive em ecossistemas com alta concentração de material particulado em suspensão (Sautour e Castel, 1993). Migrações verticais são comuns a organismos zooplancônicos estuarinos, o que resulta na retenção em estuários (Cohen e Forward, 2005). *Calanopia americana* é um migrador vertical muito forte com um padrão noturno ou crepuscular, tanto em locais costeiros rasos (<15 m de profundidade) como em locais longe da costa (> 700 m de profundidade), sendo encontrado em maior abundância nas águas de superfície durante a noite (Turner, Collard et al., 1979).

Macrosetella gracilis está distribuído em regiões tropical e subtropical marinhas geralmente limitadas em nutrientes (Eberl, Cohen et al., 2007). *M. gracilis* usa as colônias da cianobactéria *Trichodesmium* spp. como um flutuador, viveiro para seus náuplios e fonte potencial de alimento (O' Neil, 1998). *Trichodesmium* spp. é um dos produtores primários mais abundantes em oceanos oligotróficos tropicais e subtropicais, e pode fornecer uma fonte de nitrogênio importante para níveis tróficos superiores (Post, Dedej et al., 2002). Estudos ainda são necessários para a compreensão desta relação. (Eberl e Carpenter, 2007) sugeriram que *Macrosetella gracilis* não usa *Trichodesmium* spp. diretamente como fonte alimentar, devido, possivelmente, a produção de neurotoxinas pela cianobactéria (Cox, Banack et al.,

2005), mas que ela pode usar as colônias como habitat flutuante para a reprodução e, possivelmente, como abrigo de predadores. No estuário do rio Pacoti, *Macrosetella gracilis* esteve presente apenas na preamar do período de estiagem. Neste mesmo período, foi possível observar a presença das colônias da cianobactéria *Trichodesmium* spp. Esta associação pode ser utilizada como indicativo de água marinha que penetraram no estuário.

Considerando os bioindicadores encontrados no estuário do Rio Pacoti, foi possível avaliar com maior eficiência a origem das massas d'água do que a qualidade ambiental. As espécies do mesozooplâncton encontradas no estuário retratam claramente que o ambiente estudado tem grande influência marinha (espécies costeiro-neríticas), bem como variações de acordo com o regime pluviométrico.

Tem sido relatado que a atividades antropogênicas tais como eutrofização costeira frequentemente induz a substituição de copépodes grandes por pequenos (Neumann-Leitão, 1994; Turner, 2004). Ao mesmo tempo, populações de copépodes grandes (Calanoida) podem ser fortemente reprimidas, como ocorreu na Baía Fukuura (Japão) (Chang, Doi et al., 2009). A dominância de espécies pequenas (*Oithona*) na comunidade mesozooplanctônica é uma característica típica de ecossistema eutrofizado (Chang, Amano et al., 2009).

A densidade das espécies indicadoras da qualidade ambiental encontrada no estuário do Rio Pacoti foi menor que em outros estuários semiáridos. O efeito da seletividade da rede deve ser considerado, pois é importante ressaltar que grande parte das populações de copépodes é formada por indivíduos pequenos que não foram coletados com a rede de 300 µm. Por isso, a densidade numérica e o número de espécies registradas podem ter sido subestimados.

Agradecimentos

Agradecemos ao geólogo Francisco Gleidson da Costa Gastão pelo mapa da região de estudo.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, L.; COSTA, I.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. Composition and abundance of zooplankton community of an impacted estuarine lagoon in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of**

Biology, v. 72, p. 12-24, 2012. ISSN 1519-6984. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842012000100002&nrm=iso>.

ARA, K. Temporal variability and production of the planktonic copepods in the Cananeia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. II. *Acartia lilljeborgi*. **Plankton Biology & Ecology**, v. 48, n. 1, p. 35-45, 2001.

_____. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 4, p. 399-406, Dec 2002. ISSN 0214-8358.

ARAÚJO, J. C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v. 51, n. 1, p. 157 - 170, 2006. ISSN 0262-6667. Acesso em: May 26, 2011.

BEAUGRAND, G. The North Sea regime shift: Evidence, causes, mechanisms and consequences. **Progress In Oceanography**, v. 60, n. 2-4, p. 245-262, 2004. ISSN 0079-6611. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079661104000308>>. Acesso em: 2004/3//.

BEAUGRAND, G.; IBÁÑEZ, F.; REID, P. C. Spatial, seasonal and long-term fluctuations of plankton in relation to hydroclimatic features in the English Channel, Celtic Sea and Bay of Biscay. **Marine Ecology Progress Series**, v. 200, p. 93-102, 2000.

BEAUGRAND, G. et al. Reorganization of North Atlantic Marine Copepod Biodiversity and Climate. **Science**, v. 296, n. 5573, p. 1692-1694, May 31, 2002. Disponível em: <
<http://www.sciencemag.org/content/296/5573/1692.abstract>>.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas Del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. p.587-679.

BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. 936.

_____. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys, 1999. 1627.

BONECKER, A. C. T. B., S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton marinho. In: PEREIRA, R. C. S.-G., A. (Ed.). **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. cap. 6, p.213-239.

BONNET, D.; FRID, C. Seven copepod species considered as indicators of water-mass influence and changes: results from a Northumberland coastal station. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 61, n. 4, p. 485-491, January 1, 2004. Disponível em: <
<http://icesjms.oxfordjournals.org/content/61/4/485.abstract>>.

BOWMAN, T. E.; MCCAIN, J. C. Distribution of the planktonic shrimp, *Lucifer*, in the Western North Atlantic. **Bulletin of Marine Science**, v. 17, n. 3, p. 660-671, 1967.

BRADFORD-GRIEVE, J. et al. **Copepoda. Zooplankton of the South Atlantic Ocean**. BOLTOVSKOY, D. Netherlands: Leiden. 2: 1627p p. 1999.

BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Zooplankton of the South Atlantic Ocean**. Leiden: Backhuys Publishers, v.2, 1999. p.869-1098.

BRADFORD, J. M. Distribution of the pelagic copepod *Temora turbinata* in New Zealand coastal waters, and possible trans-tasman population continuity. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 11, n. 1, p. 131-144, 1977. ISSN 0028-8330

1175-8805.

BRUGNOLI-OLIVERA, E.; MORALES-RAMÍREZ, A. Trophic planktonic dynamics in a tropical estuary, Gulf of Nicoya, Pacific coast of Costa Rica during El Niño 1997 event. **Revista de biología marina y oceanografía**, v. 43, p. 75-89, 2008. ISSN 0718-1957. Disponível em: < http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572008000100008&nrm=iso >.

CALBET, A.; LANDRY, M. R.; SCHEINBERG, R. D. Copepod grazing in a subtropical bay: species-specific responses to a midsummer increase in nanoplankton standing stock. **Marine Ecology Progress Series**, v. 193, p. 75-84, February 28, 2000. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v193/p75-84/> >.

CARVALHO, O.; RODRIGUES, F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável (Escala de necessidades humanas e manejo ambiental integrado). **GEOgraphia**, v. 6, n. 12, p. 111-125, 2004.

CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozoplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 3, p. 436-444, 2008. ISSN 0101-8175. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752008000300008&nrm=iso >.

CHANG, K.-H. et al. Pollution Study in Manila Bay: Eutrophication and Its Impact on Plankton Community. In: OBAYASHI, Y.; ISOBE, T., et al (Ed.). **Environmental Research in Asia for Establishing a Scientist's Network**. Japan: TERRAPUB, v.2, 2009. p.261–267.

CHANG, K.-H. et al. Spatial and Temporal Distribution of Zooplankton Communities of Coastal Marine Waters Receiving Different Human Activities (Fish and Pearl Oyster Farmings). **The Open Marine Biology Journal**, v. 3, p. 83-88, 2009.

CHENEY, J. Spatial and temporal abundance patterns of oceanic chaetognaths in the western North Atlantic—I. Hydrographic and seasonal abundance patterns. **Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers**, v. 32, n. 9, p. 1041-1059, 1985. ISSN 0198-0149. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0198014985900615> >.

CHRISTOU, E. D. Interannual variability of copepods in a Mediterranean coastal area (Saronikos Gulf, Aegean Sea). **Journal of Marine Systems**, v. 15, n. 1–4, p. 523-532, 1998. ISSN 0924-7963. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924796397000808> >.

COHEN, J.; FORWARD, R. Diel vertical migration of the marine copepod *Calanopia americana*. I. Twilight DVM and its relationship to the diel light cycle. **Marine Biology**, v. 147, n. 2, p. 387-398, 2005. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-005-1569-x> >.

COSTA, M. F. D.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SANTOS, L. P. Bioindicadores ambientais. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S., *et al* (Ed.). **Oceanografia: Um cenário tropical**. Recife: Bagaço, v.1, 2004. p.319-352.

COSTA, R. M. *et al*. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research**, v. Special Issue 64, p. 1477 - 1481, 2011.

COX, P. A. *et al*. Diverse taxa of cyanobacteria produce beta-N-methylamino-L-alanine, a neurotoxic amino acid. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 14, p. 5074-8, Apr 5 2005. ISSN 0027-8424 (Print)

0027-8424 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15809446> >.

CRIALES, M. M.; MCGOWAN, M. F. Coastal-oceanic planktonic distribution of natantia shrimps in the Florida Keys, U.S.A. . **Revista de Biologia Tropical**, v. 41, n. 1, p. 23-26, 1993.

DUGGAN, S.; MCKINNON, A.; CARLETON, J. Zooplankton In An Australian Tropical Estuary. **Estuaries and Coasts**, v. 31, n. 2, p. 455-467, 2008. ISSN 1559-2723. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s12237-007-9011-x> >.

EBERL, R.; CARPENTER, E. J. Association of the copepod *Macrosetella gracilis* with the cyanobacterium *Trichodesmium* spp. in the North Pacific Gyre. **Marine Ecology Progress Series**, v. 333, p. 205-212, March 12, 2007 2007. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v333/p205-212/> >.

EBERL, R. *et al*. Genetic diversity of the pelagic harpacticoid copepod *Macrosetella gracilis* on colonies of the cyanobacterium *Trichodesmium* spp. **Aquatic Biology**, v. 1, n. 1, p. 33-43, 2007. ISSN 1864-7782

1864-7790.

ESCRIBANO, R.; HIDALGO, P. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 80, p. 283-290 2000.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Zooplankton abundance and biomass in tropical estuary (Pina Estuary - Northeast Brazil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 28, n. 1, p. 21-34, 2000.

FERDOUS, Z.; MUKTADIR, A. K. M. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, n. 10, p. 1815-1819, 2009.

GAJBHIYE, S. N. et al. Copepods of the nearshore waters of Bombay. **Indian Journal of Marine Sciences**, v. 20, p. 187-194, 1991.

GONÇALVES, E. G. R. et al. Associação de *Vibrio cholerae* com o zooplâncton de águas estuárias da Baía de São Marcos/São Luis - MA, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, p. 318-323, 2004. ISSN 0037-8682. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822004000400006&nrm=iso >.

GOYAREB, A.; SILVA, E. V. D.; MEIRELES, A. J. D. A. Impactos ambientais e propostas de manejo sustentável para a planície fluvio-marinha do rio Pacoti - Fortaleza/Ceará. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, p. 143-152, 2005.

HWANG, J.-S. et al. Taxonomic composition and seasonal distribution of copepod assemblages from waters adjacent to nuclear power plant I and II in Northern Taiwan. **Journal of Marine Science and Technology**, v. 12, p. 380-391, 2004.

HWANG, J.-S.; WONG, C. K. The China Coastal Current as a driving force for transporting *Calanus sinicus* (Copepoda: Calanoida) from its population centers to waters off Taiwan and Hong Kong during the winter northeast monsoon period. **Journal of Plankton Research**, v. 27, n. 2, p. 205-210, February 1, 2005. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/27/2/205.abstract> >.

HWANG, J. S. A 5-year study of the influence of the northeast and southwest monsoons on copepod assemblages in the boundary coastal waters between the East China Sea and the Taiwan Strait. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 10, p. 943-958, 2006. ISSN 0142-7873

1464-3774.

INTXAUSTI, L. et al. Size-related response of zooplankton to hydroclimatic variability and water-quality in an organically polluted estuary of the Basque coast (Bay of Biscay). **Journal of Marine Systems**, v. 94, p. 87-96, Jun 2012. ISSN 0924-7963. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000300748500008 >.

KEPPELER, E. C.; HARDY, E. R. Abundance and composition of Rotifera in an abandoned meander lake (Lago Amapá) in Rio Branco, Acre, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 233-241, 2004. ISSN 0101-8175. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752004000200011&nrm=iso >.

KOSTE, W. **Rotatoria: Die Radertiere mitteleuropas, begründer von Max Voigt Monogononta**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1978. 673.

LAN, Y.-C. et al. Copepod community structure of the winter frontal zone induced by the Kuroshio Branch Current and the China Coastal current in the Taiwan Strait. **Journal of Marine Science and Technology**, v. 17, n. 1, 2009.

LANSAC-TÔHA, A. L.; LIMA, A. F. Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 4, p. 82-96, 1993.

LI, M.; GARGETT, A.; DENMAN, K. What Determines Seasonal and Interannual Variability of Phytoplankton and Zooplankton in Strongly Estuarine Systems? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 50, n. 4, p. 467-488, 2000. ISSN 02727714.

LIANG, T. H.; VEGA-PÉREZ, L. A. Studies on chaetognaths off Ubatuba region, Brazil: I. distribution and abundance. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 42, p. 73-84, 1994. ISSN 0373-5524. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-55241994000100006&nrm=iso >.

LOPES, R. M.; VALE, R. D.; BRANDINI, F. P. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 46, p. 195-211, 1998. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87591998000200008&nrm=iso >.

MAGALHÃES, A. et al. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 2, p. 133-148, 2009.

MAGALHÃES, A. et al. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté river estuary (Amazon region - North of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 421-430, 2006. ISSN 1519-6984.

MAGALHÃES, A. et al. Populational dynamics of *Pseudodiaptomus marshi* (Crustacea: Copepoda) in the Caeté Estuary (Brazil). **Tropical Oceanography**, v. 38, n. 2, p. 163-173, 2010.

MARCOLIN, C. R. et al. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, p. 210-216, 2010.

MARQUES, S. et al. Predicting zooplankton response to environmental changes in a temperate estuarine ecosystem. **Marine Biology**, v. 155, n. 5, p. 531-541, 2008. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-008-1052-6> >.

MAZZOCCHI, M. G.; D'ALCALÀ, M. R. Recurrent patterns in zooplankton structure and succession in a variable coastal environment. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 52, n. 3-4, p. 679-691, June 1, 1995. Disponível em: < <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/52/3-4/679.abstract> >.

MCLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2ª. Glasgow: Blackie, 1989. 215.

MEDEIROS, G. F. et al. Current distribution of the exotic copepod *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 along the northeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 4, p. 241-245, 2006.

MEDEIROS, G. F.; ROCHA, C. E. F.; SILVA, M. L. A note on the occurrence of *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 (Crustacea Copepoda) in Natal, Brazil. **Boletim Departamento de Oceanografia e Limnologia**, v. 8, p. 113, 1991.

MIYASHITA, L. K.; LOPES, R. M. Larvacean (Chordata, Tunicata) abundance and inferred secondary production off southeastern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 92, n. 3, p. 367-375, 2011. ISSN 0272-7714. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771411000175> >.

MOLISANI, M. M.; CRUZ, A. L. V.; MAIA, L. P. Estimativas das descargas fluviais para os estuários do Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 53-60, 2006.

MORAIS, J. O. et al. Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 61-76, 2008.

NANDINI, S.; SARMA, S. S. S. Competition between the Rotifers *Brachionus patulus* and *Euchlanis dilatata*: Effect of Algal Food Level and Relative Initial Densities of Competing Species. **Russian Journal of Ecology**, v. 33, n. 4, p. 291-295, 2002. ISSN 1067-4136. Disponível em: <
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1016228623172> >.

NEGREIROS, N. et al. Composition, diversity and short-term temporal fluctuations of zooplankton communities in fish culture ponds (Pindamonhangaba), SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 785-794, 2009. ISSN 1519-6984. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842009000400005&nrm=iso >.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos Antrópicos na Comunidade Zooplanctônica Estuarina do Porto de Suape, Pernambuco, Brasil**. 1994. (Doctor). Universidade de São Paulo

O' NEIL, J. M. The colonial cyanobacterium *Trichodesmium* as a physical and nutritional substrate for the harpacticoid copepod *Macrosetella gracilis*. **Journal of Plankton Research**, v. 20, p. 43-59, 1998.

PERALBA, À.; MAZZOCCHI, M. G. Vertical and seasonal distribution of eight *Clausocalanus* species (Copepoda: Calanoida) in oligotrophic waters. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 61, n. 4, p. 645-653, January 1, 2004 2004. Disponível em: <
<http://icesjms.oxfordjournals.org/content/61/4/645.abstract> >.

PESSOA, V. T. et al. Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 80-9, 2009.

PINHEIRO, L. S.; MEDEIROS, C.; MORAIS, J. O. Erosive processes monitoring linked to the estuarine evolution systems nearby Aguas Belas, Cascavel, Ceará, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 39, n. 1, p. 1403-1406, 2004.

PONTEE, N. I.; WHITEHEAD, P. A.; HAYES, C. M. The effect of freshwater flow on siltation in the Humber Estuary, north east UK. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 60, n. 2, p. 241-249, 2004. ISSN 0272-7714. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771404000174> >.

POST, A. F. et al. Spatial and temporal distribution of *Trichodesmium* spp. in the stratified Gulf of Aqaba, Red Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 239, p. 241-250, August 23, 2002 2002. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v239/p241-250/> >.

SANKARANKUTTY, C. et al. Further observations on zooplankton of the Potengi estuary (Natal, Rio Grande do Norte, Brazil) with special reference to the larvae of Brachyura (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Zoologia**, 1995.

SANTOS, T. G. et al. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 41-56, 2009.

SARAVANAKUMAR, A. et al. Abundance and seasonal variations of zooplankton in the arid zone mangroves of Gulf of Kachchh-Gujarat, Westcoast of India. **Pakistan Journal of Biological Sciences** v. 15, p. 3525-3532, 2007.

SAUTOUR, B.; CASTEL, J. Feeding behaviour of the coastal copepod *Euterpina acutifrons* on small particles. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 34, n. 2, p. 239-251, 1993.

SHIGANOVA, T. Changes in appendicularian *Oikopleura dioica* abundance caused by invasion of alien ctenophores in the Black Sea. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 85, p. 477-494, 2005.

SILVA, A. P. et al. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso >.

SILVA, T. A. et al. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 439-446, 2003.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 95-105, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592006000200001&nrm=iso >.

TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. **Manuel de Planctonologia Méditerranéenne**. Paris: C.N.R.S., 1957.

TURNER, J. T. The Importance of Small Planktonic Copepods and Their Roles in Pelagic Marine Food Webs. **Zoological Studies**, v. 43, n. 2, p. 255-266, 2004.

TURNER, J. T. et al. Summer Distribution of Pontellid Copepods in the Neuston of the Eastern Gulf of Mexico Continental Shelf. **Bulletin of Marine Science**, v. 29, n. 3, p. 287-297, 1979.

UYE, S.-I.; ICHINO, S. Seasonal variations in abundance, size composition, biomass and production rate of *Oikopleura dioica* (Fol) (Tunicata: Appendicularia) in a temperate eutrophic inlet. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 189, n. 1-2, p. 1-11, 1995. ISSN 0022-0981.

Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002209819500004B> >.

VIEIRA, A. C. B. et al. Population dynamics of *Moina minuta* Hansen (1899), *Ceriodaphnia cornuta* Sars (1886), and *Diaphanosoma spinulosum* Herbst (1967) (Crustacea: Branchiopoda) in different nutrients (N and P) concentration ranges. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, p. 48-56, 2011.

ISSN 2179-975X. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2011000100006&nrm=iso >.

VILLATE, F. Tidal influences on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, Bay of Biscay). **Scientia Marina**, v. 61, n. 2, p. 173-188, 1997.

WEBBER, M. et al. Phytoplankton and zooplankton as indicators of water quality in Discovery Bay, Jamaica. **Hydrobiologia**, v. 545, n. 1, p. 177-193, 2005. ISSN 0018-8158. Disponível em: <

<http://dx.doi.org/10.1007/s10750-005-2676-x> >.

ZAKARIA, H. Y. The zooplankton community in Egyptian Mediterranean waters: A Review. **Acta Adriatica**, v. 47, n. 2, p. 195 - 206, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do mesozooplâncton em estuários semiáridos tropicais deve ser abordado de forma integrada. É importante considerar que esses ambientes apresentam características particulares, como presença de barramentos, baixa precipitação pluviométrica, longos períodos de seca (baixa capacidade de infiltração e retenção de água, elevada evapotranspiração potencial e cursos d'água intermitentes), o que influencia diretamente na comunidade zooplanctônica.

De forma abrangente, é possível supor que a comunidade zooplanctônica em estuários do nordeste poderá apresentar algum tipo de alteração em resposta direta às modificações do ambiente. Tais mudanças poderão estar relacionadas ao aumento da influência marinha, que promoverá o deslocamento do ambiente estuarino rio acima. Essas modificações trarão alterações na ocorrência e distribuição espacial das populações, sejam elas, límnicas, estuarinas ou marinhas. É também importante incentivar o estudo em toda a região Nordeste, pois ainda há muitos estuários onde a comunidade zooplanctônica nunca foi estudada.

No estuário do rio Pacoti, o mesozooplâncton mostrou-se resiliente. A aclimação às mudanças na salinidade durante um período de seis horas pode ser a chave para a sobrevivência de copépodes planctônicos neste ecossistema, como ocorre na região Lagunar de Cananéia (SP). Esta também pode ser uma explicação para a resiliência da comunidade mesozooplanctônica no estuário do rio Pacoti. As mudanças graduais na salinidade, devido ao influxo de maré na descarga de água doce, permitem tempo de aclimação para as espécies de copépodes planctônicos estuarinos às novas condições. No entanto, não é possível afirmar que esta condição é comumente encontrada em condições semiáridas, pois poucos estudos foram realizados sob este enfoque.

Apesar da ocorrência de espécies de vários habitats, é possível inferir que na região onde o estudo foi realizado, cerca de 3 km da foz, existe forte influência marinha, pois foram encontradas poucas espécies de origem límnic e com baixas densidades, mesmo no período de chuvas. Desta forma, a comunidade zooplanctônica do estuário do Rio Pacoti pode ser definida como marinha eurialina.

A produção secundária dos copépodes estudados, considerando as diferentes marés, não apresentou padrões ou tendências. Desta forma, percebe-se que esta característica para a produção dos copépodes estudados no estuário do Rio Pacoti precisa ser analisada sob condições mais específicas e considerando as particularidades de cada espécie (retentoras ou dispersoras). As variações existentes foram decorrentes da influência dos parâmetros abióticos e bióticos (alimentação, predação, competição etc.), que condicionam a ocorrência das

espécies no estuário, e, por isso, necessitam de estudos mais apropriados para essas condições estuarinas em ambiente semiárido.

Considerando os bioindicadores encontrados no estuário do Rio Pacoti, foi possível avaliar com maior eficiência a origem das massas d'água (água doce, estuarina ou marinha) do que a qualidade ambiental. Algum indício de eutrofização pode ser sugerido pela presença de *Acartia lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona* spp., *Oithona oswaldocruzi* e *Oikopleura dioica*, mas também é importante considerar as densidades de cada espécie e o tamanho da malha utilizada durante a coleta do material. A densidade das espécies indicadoras da qualidade ambiental encontrada no estuário do Rio Pacoti foi menor que em outros estuários semiáridos. O efeito da seletividade da rede deve ser considerado, pois é importante ressaltar que grande parte das populações de copépodes é formada por indivíduos pequenos que não foram coletados com a rede de 300 μm . Por isso, a densidade numérica e o número de espécies registradas podem ter sido subestimados.

Sugere-se algumas recomendações e temas de estudo para projetos futuros em relação à abordagem do zooplâncton estuarino, com o objetivo de preencher algumas lacunas sobre o conhecimento desta comunidade:

- É imprescindível que estudos sobre o zooplâncton sejam realizados em outros estuários do estado do Ceará, pois apenas dois desses ambientes (estuários dos rios Pacoti e Ceará) tiveram algum aspecto abordado;
- Em qualquer estudo, obter informações sobre fatores abióticos, estrutura física dos estuários e barramentos dos rios, considerar as particularidades do ambiente semiárido;
- Coleta de material utilizando redes de arrasto com diferentes tamanhos de malha (120 e 200 μm) para análise dos copepoditos juvenis e náuplios de Copepoda;
- Ecologia das fases larval e juvenil de grupos holoplanctônicas e meroplanctônicas;
- Padronização de métodos de coleta e análise tornando possível comparações entre os estuários;
- Estudos sobre a produção secundária, o metabolismo (excreção, respiração e alimentação, entre outros) e o papel trófico do zooplâncton estuarino;
- Estudos de longo prazo abordando as variações do zooplâncton, considerando o mesmo local de coleta e metodologia durante vários anos.
- Estudos de curto prazo (semanal) para compreender a comunidade em curta escala de tempo.