



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

**PRODUÇÃO DE COPEPODA DO PLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO
IMPACTADO NO NORDESTE BRASILEIRO**

GLENDAMUGRABE DE OLIVEIRA MAGALHÃES

Recife

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

**PRODUÇÃO DE COPEPODA DO PLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO
IMPACTADO NO NORDESTE BRASILEIRO**

GLEND A MUGRABE DE OLIVEIRA MAGALHÃES

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

Orientadora: Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão

Recife

2014

Catálogo na fonte

Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M188p Magalhães, Glenda Mugarbe de Oliveira.

. Produção de Copepoda do plâncton em um estuário impactado no nordeste brasileiro / Glenda Mugarbe de Oliveira Magalhães. - Recife: O Autor, 2014.

105 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2014.

Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Copepoda. 3. Microzooplâncton. 4. Mesozooplâncton. 5. Produção. 6. Estuário tropical. I. Leitão, Sigrid Neumann. (Orientadora). II. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2014-234

**PRODUÇÃO DE COPEPODA EM UM ESTUÁRIO IMPACTADO NO NORDESTE
BRASILEIRO**

GLEND A MUGRAB E DE OLIVEIRA MAGALHÃES

Folha de Aprovação – Comissão Julgadora

Prof a. Dra. Sigrid Neumann Leitão (Orientadora) – Presidente
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa – Titular Interno
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Dr. Pedro Augusto Mendes de Castro Melo – Titular Externo
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Prof. Dr. Jean Louis Valentin– Titular Externo
(Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ)

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior – Titular Externo
(Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE)

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante – Suplente Interno
(Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

Dra. Tâmara de Almeida e Silva – Suplente Externo
(Universidade do Estado da Bahia - UNEB)

*“O homem é uma corda distendida entre o animal e o
super-homem: uma corda sobre um abismo; travessia
perigosa, temerário caminhar, perigoso olhar para trás,
perigoso tremer e parar.”*

Nietzsche (Assim falou Zaratustra)

“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

Dedico esta tese aos meus grandes amores:

**Meu filho Raoni e
Minha mãe, Edna.**

AGRADECIMENTOS

À Deus que me deu forças para superar os momentos mais difíceis da minha vida e permitiu que terminasse esta Tese.

À coordenação do Curso de Pós-Graduação em Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, na pessoa da Coordenadora Profa. Dra. Tereza Cristina Medeiros de Araújo e à prestativa secretária Myrna Medeiros Lins, pelos incentivos e compreensão no decorrer do Doutorado.

Ao Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, na pessoa de seu Chefe, Prof. Dr. Alex Costa e Silva, pelo apoio no uso de suas instalações que permitiram elaborar esta Tese.

Ao Laboratório de Zooplâncton do Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco por toda a estrutura física, material e bibliografia disponibilizados.

À FACEPE/CAPES, pela concessão da Bolsa de Doutorado, fundamental para a realização do Curso.

À Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão, pela orientação e, especialmente, por todo o incentivo e apoio.

À Dra. Andréa Pinto Silva pela grande ajuda em campo e laboratório e pelos muitos ensinamentos que me deu ao longo do Doutorado

Ao Dr. Pedro Augusto Mendes de Castro Melo e Dra. Valdylene Tavares Pessoa, pelos conselhos e apoio e horas difíceis e trabalhos que nortearam esta Tese.

Aos Profs. Drs. Tâmara de Almeida e Silva, Mauro de Melo Júnior Fernando Antônio do Nascimento Feitosa, José Zanon de Oliveira Passavante, Manuel de Jesus Flores Montes, Ralf Schwamborn pelas importantes contribuições.

À equipe do Laboratório de Fitoplâncton e de Química do Dpto de Oceanografia da UFPE, pelo auxílio nas análises das amostras de clorofila-a e de oxigênio dissolvido.

À Jesser Fidelis e Thiago Reis, pelas contribuições estatísticas.

À Daniele Maciel, por sua importante informação acerca de poluição por hidrocarbonetos no sedimento da Baía do Pina, fundamental em parte da discussão da presente Tese.

Aos grandes amigos que fiz no Laboratório de Zooplâncton, Simone Lira, Renata Polyana Campelo, Nathália Lins, Tâmara Silva, Gleice Santos, Simone Jorge Cynthia Lima, Xiomara Garcia Diaz, Aislan Galdino, Igor Avila, Alejandro Esteweson Faustino Costa e Silva, Danielle Melo, Jana Ribeiro, Érika Correia, Lucas Figueiredo e Zinaldo Ferreira dos Santos, que

muito me apoiaram e auxiliaram na elaboração deste trabalho. Obrigada pela amizade e por fazerem de nossa “segunda casa” um ambiente de trabalho muito prazeroso.

A todos os amigos que fiz no departamento ao longo dessa jornada, e que espero levar para toda a vida. Em especial à Marina Jales, Nykon Craveiro, Jonata Arruda, Maria Danise de Oliveira, Elizabeth Cabral, Caroline Feitosa, Bárbara Ramos e novamente às “minhas meninas do zooplâncton”: Simone Lira, Renata, Nathália, Gleice e Cynthia. Obrigada pela amizade verdadeira, pelas palavras de incentivo e pelos sempre ótimos e fundamentais momentos de descontração!

À minha grande amiga e responsável pela minha vinda ao Recife: Laís Chaves. Obrigada por tudo Laís, saudades de você!

Ao Prof. Dr. Jean Louis Valentin, meu mestre inicial no mundo do zooplâncton. Obrigada por sempre me incentivar na busca pelo meu crescimento profissional e pela amizade!

Aos professores do PPGO pelos valiosos ensinamentos.

À D. Edileuza pelo reconfortante cafezinho e disponibilidade para ajudar, tornando os dias menos longos.

À minha querida mãe, Edna Mugrabe de Oliveira Lima, por tudo o que fez e tem feito por mim ao longo da minha vida, e pela força que me passou nos momentos finais desta etapa. Aos meus irmãos por todo apoio e por sempre torcerem por mim.

Ao meu amado e saudoso pai, Glaber Camaz de Magalhães, sei que sempre estive e estará ao meu lado.

À Ivoneide Silva e a Luiz Henrique Alves, o apoio de vocês foi fundamental, principalmente na reta final. Muito obrigada pela dedicação e amor com o nosso Raoni!

E, finalmente, quero agradecer ao meu bem mais precioso, meu amado filho Raoni! Você foi a minha maior força nessa caminhada, meu maior estímulo para seguir em frente e não desistir! Todo o sacrifício não foi e nunca será em vão. Te amo meu filho!

Espero que não tenha esquecido ninguém, mas de qualquer forma agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta Tese.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vi
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Produção de Copepoda.....	2
1.2. Cistos de resistência.....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA PARA A BACIA DO PINA.....	6
3. HIPÓTESES.....	11
4. OBJETIVOS.....	12
4.1. Geral.....	12
4.2. Específicos.....	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5.1. Descrição da área de estudo.....	13
5.2. Amostragem em campo.....	14
5.2.1. Coleta de dados hidrológicos.....	14
5.2.2. Coleta do zooplâncton.....	15
5.2.3. Coleta de sedimento.....	15
5.3. Etapa de laboratório.....	15
5.3.1. Zooplâncton.....	15
5.3.2. Extração e incubação dos cistos de resistência.....	15
5.4. Tratamento numérico dos dados.....	16
5.4.1. Abundância Relativa dos Organismos (%).....	16
5.4.2. Frequência de Ocorrência dos Organismos (FO).....	16
5.4.3. Cálculo da densidade (ind.m ⁻³).....	17
5.4.4. Índice de diversidade de Shannon (H').....	17
5.4.5. Equitabilidade de Pielou (J').....	18
5.4.6. Produção de Copepoda.....	18
5.4.6.1. Tamanho, Peso e biomassa.....	18
5.4.6.2. Cálculo da Produção.....	19

5.5. Análises estatísticas.....	19
5.5.1. Análises univariadas.....	19
5.5.2. Análises multivariadas.....	20
5.5.2.1 . Análise de agrupamentos.....	21
5.5.2.2. Análise dos Componentes Principais.....	22
5.6. Normatização dos dados.....	22
6. RESULTADOS.....	23
6.1. Variáveis ambientais.....	23
6.2. Estrutura da comunidade.....	27
6.2.1.Composição faunística.....	27
6.2.2. Frequência de Ocorrência.....	29
6.2.2.1. Microzooplâncton.....	29
6.2.2.2. Mesozooplâncton.....	30
6.2.3. Abundância Relativa.....	32
6.2.4. Estrutura da comunidade de Copepoda.....	34
6.2.5. Densidade média.....	40
6.2.6. Análise Multivariada.....	43
6.2.6.1. Análise de Agrupamento.....	43
6.2.6.2. Análise de Escalonamento Multidimensional – MDS.....	47
6.2.6.3. Análise de componentes principais.....	49
6.3. Produção secundária.....	53
6.4. Experimento com os cistos de resistência.....	57
7. DISCUSSÃO.....	58
8. CONCLUSÕES.....	68
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

Lista de Figuras

Figura 1: Bacia do Pina (região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil) e a estação de coleta (E), localizada próxima ao Iate Clube do Recife (Modificado de Pessoa, 2013).	13
Figura 2: Variação da profundidade na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).	23
Figura 3: Variação da temperatura superficial da água na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).	24
Figura 4: Variação da salinidade na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).	24
Figura 5: Variação da concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).	25
Figura 6: Variação da concentração clorofila-a na água na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).	26
Figura 7: Frequência de ocorrência do microzooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de quadratura, em março de 2013.	29
Figura 8: Frequência de ocorrência do microzooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de sizígia, em abril de 2013.	30
Figura 9: Frequência de ocorrência do mesozoplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de quadratura, em março de 2013.	31
Figura 10: Frequência de ocorrência do mesozoplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de sizígia, em abril de 2013.	32
Figura 11: Abundância relativa da comunidade do micro (64) e mesozoplâncton (200) coletados em março e abril de 2013, em mares de Quadratura (Quad.) e Sizígia (Siz.) no estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil).	33
Figura 12: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil, no período de março e abril de 2013.	34
Figura 13: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do microzooplâncton coletados em maré de sizígia, no estuário da Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil, em abril de 2013.	35

Figura 14: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do microzooplâncton coletados em maré de quadratura em março de 2013, no estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil).	36
Figura 15: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do mesozooplâncton coletados em maré de sizígia, no estuário da Bacia do Pina (PE,Brasil) em abril de 2013.	37
Figura 16: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do mesozooplâncton coletados em maré de quadratura, no estuário da Bacia do Pina (PE,Brasil) em março de 2013.	37
Figura 17: Densidade da comunidade zooplanctônica ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) e de Copepoda ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) nas malhas de 64 μm e 200 μm (A) e nos períodos de quadratura e sizígia (B) na Bacia do Pina (PE), durante os meses de março e abril de 2013. Q: quadratura; S: sizígia.	42
Figura 18: Densidade de <i>O. oswaldocruzi</i> ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) em diferentes maré (A) e densidade de <i>O. hebes</i> ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) (B) e <i>P. crassirostris</i> ($\text{ind.}10^4 \text{ m}^{-3}$) (C) nas malhas de 64 μm e 200 μm na Bacia do Pina (PE), durante os meses de março e abril de 2013. Q: quadratura; S: sizígia.	42
Figura 19: Dendrograma da associação das amostras do microzooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), no período de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA) (1-8 = amostras; Q = quadratura; S = Sizígia; m = manhã; t = tarde; n = noite).	43
Figura 20: Dendrograma da associação dos taxa do microzooplâncton coletados na Bacia do Pina (Recife, PE), de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA).	44
Figura 21: Dendrograma da associação das amostras do mesozooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), no período de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA) (1-8 = amostras; Q = quadratura; S = Sizígia; m = manhã; t = tarde; n = noite).	45
Figura 22: Dendrograma da associação das amostras do mesozooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), no período de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA) (1-8 = amostras; Q = quadratura; S = Sizígia; m = manhã; t = tarde; n = noite).	46
Figura 23: Análise de ordenação MDS (escalonamento multidimensional) para visualizar as similaridades entre as comunidades. Esta projeção baseia-se em dados de densidade dos 52 táxons da comunidade planctônica da Bacia do Pina, nos períodos de março e abril de 2013.	47

Figura 24: Análise de ordenação MDS (escalonamento multidimensional) para visualizar as similaridades entre as comunidades em relação a maré de quadratura e sizígia (lua). Esta projeção baseia-se em dados de densidade dos 52 táxons da comunidade da Bacia do Pina, nos períodos de março e abril de 2013.	48
Figura 25: Projeção no espaço bidimensional dos componentes dos principais parâmetros bióticos e abióticos do mesozooplâncton e amostras do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil em março e abril 2013.	51
Figura 26: Projeção no espaço bidimensional dos componentes dos principais parâmetros bióticos e abióticos do microzooplâncton e amostras do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil em março e abril 2013.	53
Figura 27: Produção total das espécies com maiores densidades do micro (Micro) e do mesozooplâncton (Meso) em $\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ nos períodos de quadratura (Quad) e sizígia (Siz) da Bacia do Pina em março e abril de 2013.	54
Figura 28: Produção total média das espécies com maiores densidades do micro (a) e do mesozooplâncton (b) da Bacia do Pina nos períodos de Sizígia e Quadratura de março e abril de 2013.	55
Figura 29: Produção total ($\text{mg C.m}^{-3}.\text{dia}^{-1}$) das principais espécies de Copepoda da comunidade do microzooplâncton nas marés de Sizígia e Quadratura na Bacia do Pina em março e abril de 2013	55
Figura 30: Produção total ($\text{mg C.m}^{-3}.\text{dia}^{-1}$) das principais espécies de Copepoda da comunidade do mesozooplâncton nas marés de Sizígia e Quadratura na Bacia do Pina em março e abril de 2013.	56

Lista de Tabelas

Tabela 1: Equações de regressão utilizadas para cálculo do peso seco e referências. PS: Peso Seco, CP: comprimento do prossoma (Adaptada de Melo Jr, 2009).	18
Tabela 2: Valores médios das variáveis ambientais coletadas nos regimes de quadratura e sizígia nas fases de ENCH = enchente, PM = preamar, VZ = vazante e BM = baixamar, no estuário da Bacia Pina, Pernambuco, Brasil.	26
Tabela 3: Lista dos <i>taxa</i> zooplancônicos registrados na Bacia do Pina, Recife (PE), de março a abril de 2013.	28
Tabela 4: Abundância relativa do micro e do mesozooplâncton coletados na Bacia do Pina em dois períodos de maré, em março e abril de 2013. Valores máximos (Máx.), média e desvio.	33
Tabela 5: Valores máximos, médios e desvios (D) dos descritores ecológicos das espécies de Copepoda do micro e mesozooplâncton coletados nos meses de março e abril de 2013 no Estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil.	39
Tabela 6: Médias e desvios padrão da densidade do zooplâncton total ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), do grupo Copepoda ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), na diversidade (H') e na equitabilidade (J') dos Copepoda e da densidade de <i>O. oswaldocruzi</i> , <i>Dioithona oculata</i> , <i>A. lilljeborgi</i> , <i>O. hebes</i> e <i>P. crassirostris</i> ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) na Bacia do Pina (PE) durante os meses de março e abril de 2013.	40
Tabela 7: Resultados dos testes realizados na análise da influência da malha (64 e 200 μm) e da maré (quadratura e sizígia) na densidade da comunidade zooplânctonica ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), no grupo Copepoda ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), na diversidade (H') e equitabilidade (J') dos Copepoda e na densidade das espécies <i>O. oswaldocruzi</i> , <i>O. oculata</i> , <i>A. lilljeborgi</i> , <i>O. hebes</i> e <i>P. crassirostris</i> ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) na Bacia do Pina (PE) durante os meses de março e abril de 2013.	41
Tabela 8: Análise dos Componentes Principais dos parâmetros bióticos e abióticos do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil de março e abril de 2013. Correlação momento produto de Pearson.	50
Tabela 9: Análise dos Componentes Principais dos parâmetros bióticos e abióticos do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil de março e abril de 2013. Correlação momento produto de Pearson.	52
Tabela 10: Biomassa e Produção totais das principais espécies de Copepoda do micro e do mesozooplâncton da Bacia do Pina, nas marés de Quadratura e Sizígia, em março e abril de 2013 (Quad = Quadratura; Siz = Sizígia).	56

RESUMO

A presente tese teve como objetivo geral conhecer como a produtividade de Copepoda é afetada pelo grau de poluição em estuários. Para a estimativa da produtividade de Copepoda foram usadas regressões comprimento-peso para as principais espécies de Copepoda e foram utilizadas equações disponíveis na literatura para conversão de sua biomassa em produtividade secundária. Para acessar a massa d'água dominante foram obtidos dados de temperatura e salinidade e para obter informações sobre o grau de poluição foram medidos o oxigênio dissolvido e a clorofila-a. As amostras foram coletadas em uma estação fixa na Bacia do Pina, em marés de sizígia e quadratura com redes de plâncton com 64 e 200 μm de abertura de malha, através de arrastos horizontais superficiais. Foi também coletado sedimento para o cultivo em laboratório de cistos de resistência inseridos no mesmo, e importantes para uma possível recolonização de ambientes após períodos adversos, representando fonte potencial para o recrutamento de náuplios na coluna d'água. As maiores profundidades ocorreram durante as preamares de sizígia, com máximo de 2,50 m. A temperatura da água apresentou valores variando entre 26 e 31° C e a salinidade entre 26 e 37, evidenciando estuário variando de polihalino a euhalino. O oxigênio dissolvido indicou área poluída na baixa-mar com cerca de 40% de saturação, sendo esta poluição reduzida durante as preamares quando chega a mais de 100% de saturação. A clorofila-a apresentou altas concentrações com maiores valores médios na maré de quadratura (20 mL.L^{-1}) em relação a sizígia (6 mL.L^{-1}). O zooplâncton esteve representado por 44 *taxa* pertencentes aos clados Rotifera, Ciliophora, Foraminífera, Cnidaria, Mollusca, Bryozoa, Annelida, Arthropoda, Chaetognatha e Chordata. Copepoda destacou-se com 18 espécies, entre as quais foram frequentes e abundantes nas duas frações estudadas *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *Dioithona oculata*, *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia lilljeborgi*, *Temora turbinata* e *Euterpina acutifrons*. Este grupo caracteriza os estuários tropicais brasileiros. A densidade média mínima de Copepoda foi de $3420 \pm 1906 \text{ ind.m}^{-3}$ na maré de sizígia na fração do mesozooplâncton e o máximo foi de $80528 \pm 51246 \text{ ind.m}^{-3}$ na maré de quadratura na fração do microzooplâncton. Em termos gerais, a densidade de Copepoda na fração do microzooplâncton foi mais de 10 vezes a quantidade da fração do mesozooplâncton; na maré de quadratura, essa fração foi cerca de 3 vezes mais densa do que a encontrada na sizígia e cerca de 1,5 vezes mais que na fração do mesozooplâncton. Para as estimativas de produção foram consideradas: *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *D. oculata*, *Acartia lilljeborgi* e *Parvocalanus crassirostris*, que juntas totalizaram mais de 60% de toda comunidade. Em termos de produção total, as taxas mais altas ocorreram durante a quadratura (10,07 $\text{mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$, para a comunidade do microzooplâncton; e 6,1 mgC

$\text{m}^{-3} \text{dia}^{-1}$, para o mesozoplâncton). Embora esse ecossistema estuarino apresente alto grau de poluição nas baixamares de quadratura, a mesma é amenizada pela grande penetração do fluxo marinho, apresentando o ambiente uma melhor qualidade nas preamares de sizígia. As taxas mais elevadas de produção no período de maior poluição mostram a grande resiliência das espécies estudadas de Copepoda aos impactos antropogênicos, contudo quando comparado a estuários similares observou-se, que a produção é reduzida pela forte poluição.

Palavras-chave: Copepoda, microzooplâncton, mesozoplâncton, produção, estuário tropical

ABSTRACT

The present thesis aims to assess how the productivity of Copepods is affected by the degree of pollution in estuaries. For the estimation of productivity of Copepoda it was used length-weight regressions for the main species of Copepoda and equations available in the literature were used for conversion of biomass in secondary productivity. To access the dominant water mass it was measured temperature and salinity; and to access the pollution degree it was measured the dissolved oxygen and chlorophyll-a. The samples were collected in a fixed station in the Bacia do Pina in spring and neap tides using plankton nets with 64 and 200 μm mesh size, through horizontal surface hauls. It was also collected sediment for cultivation of resistance cysts in laboratory, important for testing a possible recolonization after adverse periods, representing the cysts potential source for the recruitment of nauplii in the water column. The greater depths occurred during spring high tides, with maximum of 2.50 m. The water temperature presented values varying between 26 and 31°C and salinity from 26 to 37, characterizing the estuary with a polyhaline to euhaline regime. Dissolved oxygen indicated polluted area at low tide with about 40% of saturation, this pollution being reduced during the high tides when O_2 attain more than 100% saturation. Chlorophyll-a presented high concentrations, with higher average values during neap tide (20 mL L^{-1}) in relation to spring tide (6 mL L^{-1}). The zooplankton was represented by 44 taxa belonging to clades Rotifera, Ciliophora, Foraminifera, Cnidaria, Mollusca, Bryozoa, Annelida, Arthropoda, Chaetognatha and Chordata. Copepoda outranked with 18 species, among them were frequent and abundant in the two net fractions studied *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *Dioithona oculata*, *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia lilljeborgi*, *Temora turbinata* and *Euterpina acutifrons*. This group characterizes the Brazilian tropical estuaries. The average minimum density of Copepods was $3420 \pm 1906 \text{ ind.m}^{-3}$ at spring tide in mesozooplankton fraction, and the maximum was $80528 \pm 51246 \text{ ind.m}^{-3}$ at neap tide in the microzooplankton net fraction. In general, the density of Copepoda in the fraction of microzooplankton was more than 10 times the amount of the fraction of the mesozooplankton; and neap tide was about 3 times more dense than spring tide for the fraction of the microzooplankton and about 1.5 times the amount of the fraction of the mesozooplankton. For production estimates were considered: *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *D. oculata*, *Acartia lilljeborgi* and *Parvocalanus crassirostris* which together totaled more than 60% of the whole community. In terms of total production, the highest rates occurred during the neap tide (10.07 $\text{mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ to the copepods in the microzooplankton, and 6.1 $\text{mgC m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ to the mesozooplankton fraction). Although this estuarine ecosystem present high degree of pollution during neap low tides, this pollution is

ameliorated by the large penetration of the marine flow presented the environment a better quality during spring high tide. The higher production in the period of greatest pollution shows the great resilience of these Copepoda to anthropogenic impacts, however this production when compared to others similar estuaries has been reduced by pollution.

Key words: Copepoda, microzooplankton, mesozooplankton, production, tropical estuary

1. INTRODUÇÃO

Estuários são ambientes altamente dinâmicos e biologicamente mais produtivos do que o rio e oceano adjacente, em função das características hidrodinâmicas da circulação que, por reter nutrientes favorecem algas e outras plantas, estimulando sua produtividade. Esses ambientes e seus organismos associados estão sujeitos a alterações constantes em resposta a forçantes naturais e/ou antropogênicas (MIRANDA et al., 2002; BORTONE, 2005).

A renovação e a depuração das águas estuarinas estão diretamente relacionadas às interações entre os processos físicos, químicos, biológicos e geológicos, ainda não bem compreendidos. Dessa forma, a introdução direta ou indireta de substâncias e de energia pelo homem podem atingir níveis de elevada concentração, contaminando as suas águas com efeitos nocivos para os recursos vivos, inclusive à saúde humana, causando prejuízo às atividades marinhas e de pesca, com consequente deterioração ambiental e redução de seus atrativos naturais (MIRANDA et al., 2002).

Os estresses ambientais aos quais esse ecossistema está sujeito são causados por diversos fatores, que quando associados a interações sinérgicas e cumulativas dificultam a interpretação e avaliação dos efeitos desses estressores na biota marinha. Compreender as relações entre as perturbações, suas causas e efeitos biológicos, torna-se necessário para entender quais as reais condições do meio e assim realizar um manejo dos recursos estuarinos (BORTONE, 2005; NEUMANN-LEITÃO, 2010).

As condições bióticas e abióticas do meio influenciam direta ou indiretamente os organismos planctônicos, importantes elos na cadeia trófica pelágica marinha. Alterações na estrutura e composição desses organismos podem causar grandes modificações em todos os níveis tróficos. Devido ao seu caráter bastante dinâmico, com taxas elevadas de reprodução, respondem rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático, estabelecendo assim complexas relações intra- e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos (ANACLETO & GOMES, 2006). Além disso, atuam na ciclagem da matéria e da energia de um ambiente para o outro (FRASER, 1962; MCLUSKY & ELLIOTT, 2006; LONGHURST & PAULY, 2007). Desta forma, alterações na comunidade zooplânctônica têm consequências na distribuição e abundância, repercutindo diretamente na produção (MILLER, 2004).

Dentre os organismos do zooplâncton, Copepoda é um dos mais importantes elos entre o fitoplâncton e os níveis tróficos superiores (MAUCHLINE, 1998; UYE et al., 2000; LEANDRO et al., 2007), chegando a alcançar aproximadamente 80% da biomassa total do zooplâncton (KIORBE, 1997; LEANDRO et al., 2007). Na coluna d'água a produtividade depende não

apenas da quantidade da produção do fitoplâncton, mas também da eficiência na transferência de matéria e energia entre cada nível (UYE & SHIMAZU, 1997).

Dentro da cadeia trófica marinha, Copepoda também influencia sobre a "alça microbiana" pela adição de substâncias para o "pool" de matéria orgânica dissolvida (DOM) através de processos de excreção, descarte de pelotas fecais e resíduos alimentares. Metade das necessidades de matéria orgânica dissolvida requerida pelo bacterioplâncton é suprida pelas atividades das populações de Copepoda em ambientes estuarinos (AZAM et al., 1983; MOLLER & NIELSEN, 2001).

A quantidade de matéria orgânica disponível para os diversos níveis tróficos aquáticos pode ser calculada através da biomassa de determinada comunidade (KIMMERER, 1987; POULET et al., 1995; NEUMANN-LEITÃO, 2010). No Brasil, há uma carência de estudos que abordem a biomassa zooplancônica em áreas estuarinas, devido principalmente às dificuldades metodológicas de estimativas desta biomassa.

Além disso, as respostas das diversas espécies de Copepoda às variações dos fatores ambientais refletem na biomassa e dependendo da intensidade a resiliência da comunidade pode ser afetada. A resiliência dos Copepoda inclui a capacidade de produzir ovos de resistência e ocorre, geralmente, quando as condições ambientais tornam-se desfavoráveis (ALEKSEEK & STAROBOGATOV, 1996). Desta forma torna-se de grande relevância estudos que abordem a produção de Copepoda, bem como sua resiliência em condições desfavoráveis através da produção de ovos de resistência.

1.1. Produção de Copepoda

O estudo ecológico dos ambientes aquáticos depende do conhecimento das taxas de produção de cada compartimento, sendo as relações tróficas determinantes para o fluxo de energia do sistema. A produção secundária exibe grande relevância nesse sentido, pois trata-se de uma estimativa desse fluxo através de populações zooplancônicas, além de ser um indicador do estado fisiológico e nutricional (KIMMERER, 1987). O termo produção abrange diversas definições. Rigler & Downing (1984) define como sendo a quantidade de tecido ou biomassa gerada numa determinada área dentro de um período de tempo, sendo expresso como $\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$. As estimativas de produção são geralmente obtidas utilizando a equação $P = B \times g$, em que "P" é a produção, "B" a biomassa no meio ambiente, e "g" taxa de crescimento (KIMMERER, 1987; HUNTLEY & LOPEZ, 1992). Matsumura-Tundisi et al. (2002) associa o termo produção ao aumento na biomassa, incluindo a geração de estágios intermediários de desenvolvimento,

numa determinada unidade de tempo. Essa biomassa estaria então disponível para os níveis tróficos superiores e assim sustentaria uma variedade de recursos marinhos. Como a principal fonte alimentar de muitos peixes marinhos é o zooplâncton, vem aumentando o interesse em se estudar não apenas a distribuição e abundância desses organismos, como também quantificar sua produtividade (HUNTLEY & LOPEZ, 1992).

Recentemente foram realizados alguns esforços para integrar globalmente os parâmetros utilizados nos estudos de produção de copépodes, incluindo crescimento e fecundidade, para que as estimativas de produção fossem facilitadas (HIRST & LAMPIT, 1998; PETERSON et al., 2002; HIRST & BUNKER, 2003; YOUN & CHOI, 2006). Os métodos utilizados para estimativas de produção de copépodes são escassos, não havendo uma metodologia universal. Além disso, nenhum deles representa toda comunidade. O mais indicado, portanto, seriam métodos e técnicas envolvendo as espécies dominantes em termos de biomassa, bem como a aplicação de modelos globais de crescimento, o que permitiria comparações intraespecíficas dentro de um mesmo ecossistema (MELO JR., 2009). Além da biomassa, alguns métodos para cálculo da produção podem se basear nas taxas de crescimento, na temperatura da água, no peso dos organismos e na concentração de clorofila-*a* (HUNTLEY & LOPEZ, 1992; HIRST & SHEADER, 1997; HIRST & LAMPIT, 1998; HIRST & BUNKER, 2003; LEANDRO et al., 2007).

Estimativa do crescimento é, geralmente, baseada na produção de ovos peso - específicos (HIRST & MCKINNON, 2001), análise de coorte (KANG et al., 2007) e os modelos fisiológicos (IKEDA et al., 2000). Porém essas taxas costumam ser obtidas através de experimentos em laboratório e os valores são de apenas uma ou algumas espécies presentes no ambiente, tornando o tempo despendido para a aplicação destes métodos um fator que dificulta a estimativa da produção em alta resolução espaço-temporal.

Com o objetivo de desenvolver métodos alternativos para facilitar os cálculos de produção secundária, alguns modelos matemáticos foram desenvolvidos para estimar a taxa de crescimento do zooplâncton (g) com base nos dados relatados para copépodes marinhos (HUNTLEY & LOPEZ, 1992; HIRST & BUNKER, 2003) e crustáceos de água doce (STOCKWELL & JOHANSSON, 1997). É importante ressaltar que cada modelo considera diferente o grau de influência da temperatura, privação de alimentos, e o tamanho dos organismos como fatores que afetam a taxa de crescimento (MELO JR, 2009).

Outros métodos menos utilizados para a estimativa de produção secundária são aqueles com base na relação entre as atividades de enzimas envolvidas na muda, tais como quitobiase, e no crescimento de crustáceos (BIEGALA & BERGERON, 1998). Sastri & Dower (2006; 2009)

descreveram um método considerando a quantidade da enzima quitobiase liberada na água pelo crustáceo durante o processo de muda. Este método também considera a existência de um equilíbrio ao longo do tempo entre a atividade gerada devido à enzima liberada pela população de zooplâncton e a degradação da enzima natural no campo. Na verdade, os testes realizados em laboratório com cladóceros de água doce (SASTRI & ROFF, 2000) e copépodes marinhos como *Temora longicornis* (OOSTERHUIS et al., 2000), *Calanus pacificus*, *Metridia pacifica* e *Pseudocalanus* spp. (SASTRI & DOWER, 2006) mostrou a existência de uma correlação positiva entre a atividade quitobiase na água e o tamanho e biomassa dos organismos.

Os maiores desafios atuais nos estudos de produção secundária do zooplâncton marinho têm sido associados a: (i) a validação dos modelos globais de crescimento, e (ii) a busca por métodos mais acessíveis e universais para estimar a taxa de crescimento (MELO JR, 2009). A validação dos modelos empíricos pode ser realizada a partir de sua aplicação em concomitância com experimentos de incubação. Os poucos estudos realizados neste sentido têm mostrado resultados variáveis (REY-RASSAT et al., 2004; LIU & HOPCROFT, 2006a e b), mostrando que mais comparações são necessárias. A segunda vertente é bem mais complexa e envolve muitos aspectos biológicos dos organismos. Neste caso, existe uma tendência natural de que os métodos sejam consolidados na medida em que mais estudos confirmem (ou não) a sua aplicação, como tem sido o caso recente do uso das enzimas AARS para a avaliação das taxas de crescimento do zooplâncton (YEBRA et al., 2006; 2009).

A maioria das pesquisas realizadas sobre o zooplâncton marinho no Brasil aborda a análise da estrutura da comunidade e assuntos relacionados (LOPES, 2007), sendo que estimativas de produção zooplancônica são ainda temas poucos desenvolvidos. A principal contribuição vem de Ara (2001a; b; c; d; 2002; 2004), com estudos sobre a produção de várias espécies de copépodes no complexo lagunar de Cananéia, em São Paulo. Além desses, destacam-se alguns trabalhos para outras áreas como Vale (1998), Resgalla Jr. (2001), Kaminski & Montú (2005), Crété (2006), Gomes (2007), Melo Jr (2009), Miyashita et al. (2009), Neumann-Leitão (2010), Avila et al. (2012), Figueirêdo (2014) e Pessoa (2014).

Pelo fato de Copepoda dominar numericamente o zooplâncton, a maioria dos estudos sobre produção é destinado a esse grupo (TURNER, 2004). Apesar da reconhecida importância ecológica deste grupo, os métodos aplicados para o estudo da produção secundária destes organismos ainda são bastante discutidos, não havendo uma metodologia considerada padrão.

Contudo, é fundamental o conhecimento das taxas de produção de Copepoda para que se compreenda o papel desses organismos como fonte de matéria e energia nas teias tróficas marinhas (HIRST & BUNKER, 2003).

1.2. Cistos de resistência

Certos organismos do plâncton, como Copepoda e Cladocera possuem a capacidade de desenvolver cistos ou ovos de resistência em condições adversas. Esses cistos, estocados no sedimento, podem ao eclodir constituir-se em fonte expressiva de recrutamento para o desenvolvimento das populações planctônicas adultas.

De acordo com alguns autores, os ovos podem ser extremamente abundantes em baías e estuários (MARCUS, 1989; WANG et al., 2005) e permanecerem no sedimento por meses, anos (MARCUS et al., 1994; MARCUS & LUTZ, 1998; JIANG et al., 2004), ou até mesmo durante séculos (HAIRSTON et al., 1995).

Os copépodes apresentam dois tipos de ovos: “subitaneous” ou de diapausa (GRICE & MARCUS, 1981; UYE, 1985;). No primeiro caso, os ovos eclodem imediatamente *in situ*, em fração de horas ou dias (KIORBE & SABATINI, 1994; CHEN & MARCUS, 1997), levando ao crescimento da população. Dentro dessa classificação, eles ainda podem ser considerados como quiescentes (desenvolvimento retardado) quando expostos a condições adversas. Já no segundo caso (diapausa) os ovos estão em estado de desenvolvimento interrompido e não eclodem, mesmo em condições favoráveis, até completar sua fase refratária, o que pode variar de acordo com a espécie e pode ser modificada por fatores externos, como a temperatura (MARCUS, 1987, 1996; CHEN & MARCUS, 1997).

As condições adversas podem ser de origem abiótica (como dessecação, temperatura e disponibilidade de oxigênio) ou biótica (disponibilidade de alimento, predação etc.) (DAHMS, 1995), sendo que a temperatura sempre foi considerada um fator chave no tempo de desenvolvimento (ALBERTSSON & LEONARDSSON, 2000) e eclosão dos ovos (KASAHARA et al., 1975; ALBERTSSON & LEONARDSSON, 2000). O estado de dormência provavelmente permite que a maioria das espécies costeiras que produzem ovos de resistência sobreviva períodos em que as condições da água são desfavoráveis.

Apesar da importância, a fase bentônica desses organismos tem recebido pouca atenção no Brasil, com apenas alguns estudos no Rio de Janeiro, voltados apenas ao grupo Cladocera (BARROS et al., 2000; BARROS et al., 2002; BARROS, 2007; ESPINOSA, 2007; MUGRABE et al., 2007), demonstrando a carência desse estudo em outras regiões do Brasil, como no Nordeste por exemplo, caracterizando o aspecto inovador do presente projeto. A presença de ovos de resistência é importante para uma possível recolonização de ambientes após períodos adversos. Além disso, representa uma fonte potencial para o recrutamento de náuplios na coluna d'água (JIANG et al., 2008).

2. REVISÃO DA LITERATURA PARA A BACIA DO PINA

Uma das áreas estuarinas mais importantes da Região Metropolitana do Recife é a Bacia do Pina e devido a sua localização está sujeita a diversos tipos de impactos, principalmente a eutrofização e/ou poluição de seu corpo de água (FEITOSA, 1988). Alguns estudos sobre a composição e distribuição do zooplâncton foram realizados na Bacia do Pina, entre os quais: Paranaguá e Nogueira-Paranhos (1992), Nascimento-Vieira et al. (1988), Paranaguá et al. (1990), Sant'anna (1993), Eskinazi-Sant'anna & Tundisi (1996), Silva et al. (1999), Oliveira & Gusmão (2008), Oliveira et al. (2009), Pessoa (2009). Além destes, estudos por Silva & Melo (1981), Coimbra et al. (1987), Feitosa (1988), Silva-Cunha et al. (1990), Maia (1995) e Nascimento (2001) constataram altos índices de poluição orgânica para a região. Segundo Macêdo & Costa (1978) a Bacia do Pina é poluída em determinadas épocas do ano e Feitosa (1988) afirmou que apesar da poluição a região apresenta um enorme potencial biológico.

A Bacia do Pina é formada por “um complexo hidrográfico constituída pelos rios Tejipió, Jiquiá, Jordão, Pina, Canal de Setúbal e outros cursos d'água de menor expressão, além de estar ligada ao rio Capibaribe através do braço morto desse último”. É um ecossistema situado ao sul do Porto do Recife, onde existe uma intensa movimentação de embarcações, sendo que durante as baixa-mares o tráfego é feito pelos canais laterais, devido à existência de algumas coroas de areia que podem ficar expostas, sendo a principal delas denominada de Coroa dos Passarinhos (COUTINHO, 1961; MABESOONE & COUTINHO, 1970).

Toda esta área encontra-se sob grande influência de águas ricas em matéria orgânica de origem urbana e industrial, originando uma sazonalidade significativa nas características hidrológicas locais, que são decorrentes da ação das precipitações pluviométricas. Durante o período chuvoso ocorre uma redução da salinidade, do oxigênio dissolvido, da transparência da água, e aumento nos teores de nutrientes e do material particulado em suspensão. O período seco se caracteriza por condições ambientais mais estáveis, apresentando águas mais transparentes, maior luminosidade, aumento da salinidade e, também, maior disponibilidade de nutrientes (FEITOSA & PASSAVANTE; 1990, 1991/1993; MAIA, 1995; NASCIMENTO et al., 1999; FEITOSA et al., 1999).

A forte influência limnética oriunda dos tributários (rios Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina) aliada ao fluxo marinho distinguem na Bacia do Pina três micro-regiões com características hidrológicas distintas: (A) micro-região sob influência nitidamente marinha, apresentando-se como um estuário de cunha salina; (B) micro-região da Bacia do Pina propriamente dita, uma área sob forte influência de descargas de dejetos antrópicos e industriais, com características

marinhas e limnéticas; e (C) micro-região sob maior influência limnética (NASCIMENTO et al., 2003; SANTOS et al., 2009a).

Do ponto de vista hidrológico a Bacia do Pina é um ambiente dinâmico, com salinidade variando entre 0,42 a 37, temperatura entre 24 e 32°C e profundidade máxima de 4,5 m. O regime de marés é semi-diurno, com amplitude máxima de 3,5 m durante a maré alta (FEITOSA, 1988; ESKINAZI-SANT'ANNA & TUNDISI, 1996).

De acordo com Nascimento et al. (2000) e Santiago et al. (2010), o fitoplâncton na Bacia do Pina é bem representado por diatomáceas, entre as quais destacam-se as espécies: *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, *Coscinodiscus excentricus* v. *fasciculata* Schmidt, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, *Cyclotella stylorum* Brigtwell, *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow, *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith, *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve e *Surirella febigerii* Lewis, ocorrendo, também, clorofíceas (*Pediastrum biwae* Negoro), cianofíceas (*Oscillatoria princeps* Vaucher) e dinoflagelado (*Ceratium furca* Vaucher ex Gomont). As maiores densidades fitoplanctônicas ocorrem durante o período de estiagem, quando as condições ambientais são mais favoráveis e o número de cél.L⁻¹ pode atingir valores em torno de 10x10⁶ cél.L⁻¹, podendo ocorrer excessivos florescimentos da cianofíceas *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) *erythraeum* Ehrenberg.

Nascimento et al. (1999, 2001) desenvolveram estudos na Bacia do Pina, com o intuito de conhecer as variações sazonais e espaciais da biomassa, densidade e produtividade fitoplanctônica, associando-as aos parâmetros hidrológicos, além de identificaram os principais grupos de algas planctônicas mais representativos na área estuarina, bem como, quantificaram a produtividade.

O zooplâncton está, principalmente, constituído por espécies holoplanctônicas (cerca de 60%), destacando-se os Copepoda como os organismos mais freqüentes: *Acartia lilljeborgi* Giesbrecht, 1892, *Oithona oswaldocruzi* Oliveira, 1945, *O. hebes* Giesbrecht, 1891, *Euterpina acutifrons* (Dana, 1847), *Parvocalanus crassirostris* (Dahl F., 1894). Outras espécies de Copepoda, também, contribuem para o aumento da biomassa zooplanctônica: *Apocyclops procerus* (Herbst, 1955), *Calanopia americana* Dahl F., 1894, *Centropages velificatus* (Oliveira, 1947), *Corycaeus giesbrechti* Dahl F., 1894, *Subeucalanus pileatus* Giesbrech, 1888, *Halicyclops* sp., *Labidocera fluviatilis* Dahl F., 1894, *Longipedia* sp.; *Dioithona oculata* Farran, 1913, *Oithona plumifera* Baird, 1843, *Paracalanus quasimodo* Bowman, 1971, *Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F., 1894), *Temora turbinata* (Dana, 1849) e *Tigriopus* sp.

Rotifera e Tintinnina são também elementos importantes na fração do microzooplâncton da Bacia do Pina, com destaque para *Favella ehrenbergi* (Claparède e Lachmann, 1858) e

Brachionus plicatilis Müller, 1786, respectivamente, as quais ocorrem com densidades elevadas (SANT'ANNA, 1993; VITORIO, 2006).

Quanto aos organismos meroplânctônicos, apesar de ocorrerem em densidades reduzidas, apresentam biomassa bastante elevada, destacando-se zoea de *Brachyura* (máximo de 52 mg PS m⁻³) e zoeas de outros Crustacea Decapoda (35 mg PS m⁻³), constituindo-se em populações extremamente importantes na dinâmica energética do sistema (ESKINAZI-SANT'ANNA, 2000; PESSOA, 2009).

Em virtude do contínuo fluxo limnético, o zooplâncton da Bacia do Pina registra, também, a presença de espécies de água doce não residentes como *Notodiaptomus cearensis* (Wright S., 1936) e *Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F., 1894), e a ocorrência sazonal de *Eucalanus pileatus* Giesbrech, 1888, *Centropages velificatus* (Oliveira, 1947) e *Hemicyclops thalassius* Vervoort & Ramírez, 1966, além de larvas de Polychaeta (ESKINAZI-SANT'ANNA & TUNDISI, 1996; ESKINAZI-SANT'ANNA, 2000; PESSOA, 2009).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos por Feitosa (1988), Silva-Cunha et al. (1990) e Silva & Melo (1991), com relação à composição e biomassa fitoplanctônica, parâmetros hidrológicos e malacofauna. Eskinazi-Sant'Anna & Tundisi (1996) estudando o zooplâncton revelaram que o mesmo esteve representado por 19 taxa, além do meroplâncton. Destacaram-se *Favella ehrenbergi*, *Brachionus plicatilis*, náuplios de Copepoda e *Oithona oswaldocruzi*. Segundo Eskinazi-Sant'Anna (2000), foram determinadas as contribuições em abundância e biomassa (peso seco) das frações holoplanctônicas e meroplânctônicas no estuário do Pina (Nordeste do Brasil), durante ciclos diurnos de marés (12h) e em diferentes períodos sazonais (seco e chuvoso). Os copépodos *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *Euterpina acutifrons* e *Parvocalanus crassirostris* foram as espécies holoplanctônicas com maior contribuição numérica para o zooplâncton total.

Oliveira et al. (2007) estudaram o macrozooplâncton e constaram que ele esteve caracterizado principalmente por Copepoda, ocorrendo em todas as estações em ambas as marés. Dentre os Copepoda, a Ordem Calanoida foi a mais abundante, com a espécie *Acartia lilljeborgi* a mais freqüente. Além de Copepoda, registrou-se a presença de indivíduos desde o Filo Cnidaria até o Filo Chordata (Teleostei). A presença de ovos e estágio larval de peixes pode indicar que o referido estuário ainda oferece recursos para o desenvolvimento dessas espécies, apesar dos impactos antrópicos causarem danos evidentes nos mesmos.

Segundo Silva (1994) e Silva et al. (1996), no zooplâncton são notadas altas densidades, diversidade específica e equitabilidade, registrando-se a ocorrência de organismos bem adaptados a estuário com baixa salinidade e poluição orgânica. Entre os 34 taxa, foi registrada

uma associação de espécies eurialinas, de origem limnética, formada pelas seguintes espécies: *Tintinnopsis* sp., *Brachionus falcatus* Zacharias, 1898, *Moina micrura* Kurz, 1874, *Brachionus calyciflorus anuraeiformis* Brehm, 1909, *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *B. angularis* Gosse, 1951, *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943, *Colurella* sp., *Testudinella patina* (Hermann, 1783), *Lecane bulla* (Gosse, 1851), *Ilyocrypts spinifer* Herrik, 1882, além de larvas de Cladocera, Nematoda, larvas de Polychaeta, náuplios de Copepoda, larvas de Gastropoda, *Pseudodiaptomus marshi* Wright, 1936, *B. plicatilis* Müller, 1786, *Rotaria* sp., *Euterpina acutifrons* (Dana, 1849), *Mesocyclops* sp. e Bdelloidea. Em relação aos organismos do grupo Copepoda da área de estudo, observa-se a predominância (aproximadamente 60%) de espécies holoplanctônicas.

Para Paranaguá et al. (2005), as espécies de Cladocera registradas também reflete o caráter de ambiente hipereutrófico ao estuário do rio Capibaribe, através da confirmação do declínio da diversidade de espécies especializadas e do aumento de espécies oportunistas como *Moina micrura* Kurz, 1874 e à dominância de poucas espécies com pequenas dimensões.

Por outro lado, pesquisas hidrológicas realizadas no estuário do rio Capibaribe confirmam ser esse um ambiente bastante dinâmico do ponto de vista hidrográfico, principalmente em decorrência da ação das marés, confirmando as possibilidades de restabelecimento de suas condições naturais em determinadas épocas do ano (TRAVASSOS et al., 1991, 1993; KOENING et al., 1995).

Para Silvestre-Costa et al. (2005) a flora microbentônica está caracterizada pela presença de espécies tipicamente estuarinas, resistentes à poluição doméstica e industrial, dominada pelas diatomáceas. As espécies mais comuns são *Amphora exigua* Gregory, *Cyclotella meneghiniana* (Kützing) e *Navicula agnita* e podem ser consideradas como bioindicadores da qualidade da água na área mais interna da Bacia do Pina.

A meiofauna, de acordo com Rodrigues (2002), é dominada por Nematoda (em até 90%), cujos gêneros *Terschellingia*, *Spirinia* e *Theristus* apresentam uma distribuição contínua ao longo da bacia. A distribuição espacial da fauna sofre efeito diferenciado do teor de matéria orgânica, da fração de cascalho, da DBO₅, da taxa de oxigênio dissolvido, da temperatura e da salinidade, influenciando drasticamente sobre a estrutura da comunidade da meiofauna e da Nematofauna. Destaca-se o registro dos gêneros *Gerlachius*, *Halalaimus*, *Retrothristhus*, *Paracomesoma* e *Innocuonema* pela primeira vez para a costa brasileira.

Diante do exposto, confirma-se que a área da bacia portuária do Recife, assim como seus ecossistemas associados, sofre sazonalmente os efeitos de impactos negativos oriundos da região

metropolitana do Recife, determinando elevados níveis de eutrofização, com reflexos diretos na composição, distribuição e variação anual de toda a biota aquática.

Por outro lado, o constante fluxo marinho durante os períodos de marés altas permite uma renovação ambiental periódica, oferecendo condições para a permanência de populações características de ecossistemas estuarinos. Este fato revela que apesar dos constantes lançamentos de efluentes orgânicos toda a área ainda não teve sua resiliência afetada (ARAÚJO & MELO, 2000; VITORIO, 2006).

3. HIPÓTESES

H₁ – Em áreas estuarinas a produtividade de Copepoda é afetada negativamente pelo grau de poluição.

H₂ – Há grande produção de ovos de resistência de Copepoda como estratégia de sobrevivência em condições adversas em estuários impactados.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Compreender como a produtividade de Copepoda é afetada pelo grau de poluição em um estuário metropolitano tropical.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar, em nível de grandes grupos, a comunidade do micro e mesozooplâncton, e em menor nível taxonômico os Copepoda da Bacia do Pina;
- Comparar a densidade do micro e mesozooplâncton e verificar suas variações tidais e nictemerais;
- Comparar a diversidade e a densidade dos Copepoda do micro e mesozooplâncton e verificar suas variações nas marés de quadratura e sizígia na Bacia do Pina;
- Relacionar a variável temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e clorofila-*a* com a densidade total do micro e mesozooplâncton;
- Estimar e comparar as taxas de produção das principais espécies de Copepoda da Bacia do Pina, do micro e do mesozooplâncton, em dois períodos de maré (quadratura e sizígia);
- Verificar a existência e a taxa de eclosão dos ovos de resistência de Copepoda no sedimento da Bacia do Pina.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Descrição da área de estudo

A Bacia do Pina é uma área estuarina localizada ao sul do Porto do Recife ($8^{\circ}03'22''\text{S}$; $34^{\circ}51'57''\text{W}$), onde há uma intensa movimentação de embarcações, formada por um complexo hidrográfico constituído pelos rios Tejipió, Jiquiá, Jordão, Pina, Canal de Setúbal e outros cursos d'água de menor expressão, além de estar ligado ao rio Capibaribe através do braço morto desse último (COUTINHO, 1961; MABESOONE & COUTINHO, 1970; FEITOSA, 1988; NASCIMENTO, 2001; SANTIAGO et al., 2010) (Figura 1). Apresenta um clima do tipo As' de acordo com Köppen (1900), com dois períodos de regime pluviométrico: uma estação seca, que vai de setembro a fevereiro (primavera-verão) e uma estação chuvosa, de março a agosto (outono-inverno) (ANDRADE & LINS, 1971).

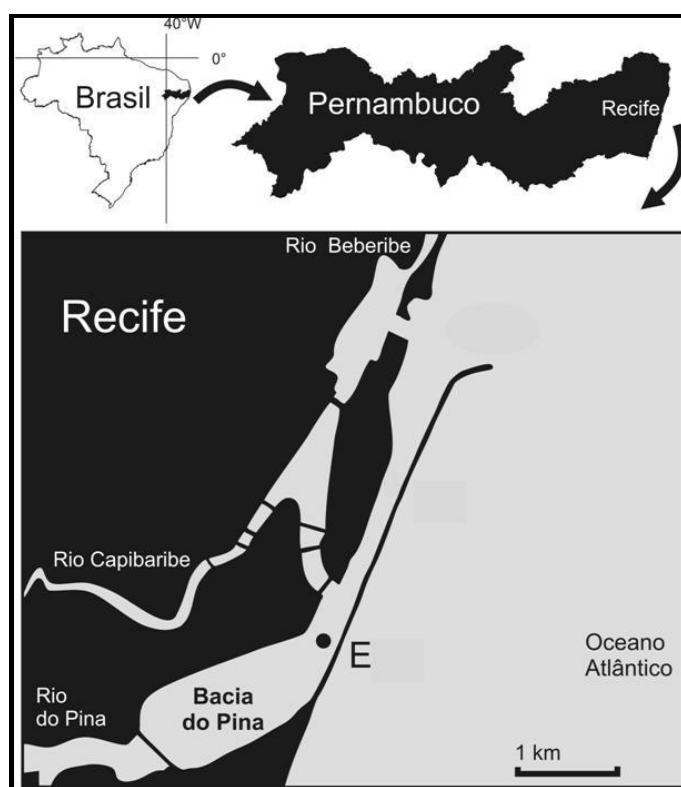


Figura 1: Bacia do Pina (região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil) e a estação de coleta (E), localizada próxima ao Iate Clube do Recife (Modificado de Pessoa, 2013).

Há uma forte influência de matéria orgânica de origem urbana e industrial nessa área, o que proporciona uma sazonalidade nas características hidrológicas locais, decorrentes da ação de chuvas. Desta forma, ocorrem no período chuvoso uma redução da salinidade, do oxigênio

dissolvido, da transparência da água, e um aumento dos teores de nutrientes e do material particulado em suspensão. Já no período seco há uma maior transparência da água, maior luminosidade, aumento da salinidade e maior disponibilidade de nutrientes (FEITOSA & PASSAVANTE, 1990; 1991/1993; MAIA, 1995; NASCIMENTO et al., 1999; FEITOSA et al., 1999; SANTIAGO et al., 2010). Segundo Vitorio (2006), o estuário da Bacia do Pina recebe constantemente descargas de resíduos e dejetos de origens variadas. Espécies oportunistas de rotíferos, indicadoras de eutrofização e de poluição orgânica foram encontradas por esse mesmo autor, evidenciando o comprometimento do estuário. Apesar disso, há um constante fluxo marinho que permite a renovação do ambiente.

Araújo & Pires (1998) avaliando os efeitos das marés de sizígia e quadratura na circulação e transporte hidrodinâmicos observaram que a forma geométrica e a batimetria da Bacia do Pina exercem efeito significativo no seu padrão de circulação, o que favorece a eliminação de poluentes. Verificaram, ainda, que a força de dispersão é maior na maré de sizígia do que na quadratura, e que as maiores velocidades ocorreram durante as marés enchente e vazante.

5.2. Amostragem em campo

5.2.1. Coleta de dados hidrológicos

As amostras para análise das variáveis físicas e químicas foram coletadas na camada superficial da água. As coletas de água foram realizadas através de garrafa oceanográfica de Niskin de 1,2 litros de capacidade e analisadas no laboratório de Oceanografia Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Os parâmetros hidrológicos analisados seguiram as seguintes metodologias: temperatura (°C) e salinidade foram determinadas *in situ*, empregando-se um termômetro e um termosalinômetro, respectivamente. O oxigênio dissolvido na água foi estimado pelo método de Winkler (1888), descrito em Strickland & Parsons (1972). A taxa de saturação de oxigênio dissolvido foi calculada consultando as tabelas encontradas em Gilbert *et al* (1968). O teor de clorofila-a foi medido através da análise espectrofotométrica com base nas recomendações da UNESCO (1966).

5.2.2. Coleta do zooplâncton

As amostras foram coletadas em uma estação fixa na Bacia do Pina, em frente ao Iate Clube do Recife (Figura 1), através de arrastos horizontais superficiais, utilizando redes cilíndrico-cônica com 1 m de comprimento e 30 cm de abertura de boca, e malha de 64 μm e 200 μm de abertura. Foram realizadas coletas de três em três horas ao longo de um ciclo tidal de 24 horas, em duas fases de lua: sizígia (22 e 23 de março de 2013) e quadratura (10 e 11 abril de 2013), gerando 36 amostras. Os arrastos foram realizados no sentido contrário ao fluxo da maré, com duração de três minutos. As amostras foram fixadas em solução de formaldeído a 4%, neutralizado com Tetraborato de Sódio P.A., de acordo com as técnicas descritas por Newell & Newell (1966), e transportados ao laboratório de zooplâncton da UFPE.

5.2.3. Coleta de sedimento

Com o intuito de verificar a existência e a viabilidade de cistos de resistência de Copepoda, amostras de sedimento foram obtidas através de uma bomba de sucção e armazenadas em sacos plásticos, mantendo-se sob refrigeração até chegar ao laboratório.

5.3. Etapa de laboratório

5.3.1. Zooplâncton

Em laboratório, as amostras da rede de 64 μm foram diluídas para 300 ml e após homogeneização da amostra, foram retiradas três subamostras com reposição de 1 mL com auxílio de pipeta tipo Stempel e colocada em lâmina tipo Sedwick-Rafter, a qual foi inspecionada sob microscópio composto Zeiss, tendo sido analisada quali-quantitativamente. As amostras coletadas com rede de 200 μm foram diluídas a volumes variados de acordo com a densidade de organismos, de modo que não ultrapassasse 100 organismos. Em seguida foram retiradas 3 subamostras de 10 ml, com reposição, e colocadas em câmara do tipo Bogorov, para identificação e contagem dos organismos. A amostra foi analisada sob microscópio óptico e estereomicroscópio. Copepoda foi identificado até o menor nível taxonômico possível. A identificação dos organismos seguiu Boltovskoy (1981; 1999).

5.3.2. Extração e incubação dos cistos de resistência

Os ovos foram obtidos através da metodologia proposta por Onbé (1978), que consiste na lavagem das amostras de sedimento através de uma malha de 100 µm. O resíduo retido na malha é transferido para tubos de centrífuga, com uma solução densa composta por 1kg de sacarose em um litro de água. O conteúdo dos tubos é centrifugado 3 vezes a 3.500 rpm durante 4 minutos. O sobrenadante é recolhido após cada centrifugação sendo analisado sob o microscópio estereoscópico para a triagem dos ovos.

Todos os ovos encontrados foram isolados em placas contendo água do mar filtrada, com salinidade 30 e mantidos em incubadora com temperatura e fotoperíodo controlados (25°C e 12h claro e 12h escuro, respectivamente). Diariamente eram realizadas troca de água e observações do desenvolvimento dos ovos.

5.4. Tratamento numérico dos dados

5.4.1. Abundância Relativa dos Organismos (%)

A abundância relativa foi obtida através da fórmula: $AR = N * 100 * Na^{-1}$, onde:

AR = Abundância relativa

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

Na = Número total de organismos nas amostras.

Os resultados foram apresentados em percentagem, de acordo com a seguinte classificação:

> 70% - dominante

70% - 40% - abundante

40% - 10% - pouco abundante

≤ 10% - raro

5.4.2. Frequência de Ocorrência dos Organismos (FO)

A frequência de ocorrência foi calculada pela fórmula: $FO = Ta * 100 * TA^{-1}$,

onde:

FO = Frequência de Ocorrência

Ta = Número de amostras em que o táxon ocorre

TA = Total de amostras

Os resultados foram fornecidos em percentagem, utilizando o seguinte critério de avaliação:

> 70%	- Muito frequente
70% - 40%	- Frequente
40% - 15%	- Pouco frequente
≤ 15%	- Esporádico

5.4.3. Cálculo da densidade (ind.m⁻³)

A densidade de organismos, por unidade de volume, foi calculada através da seguinte fórmula: $D = Nt * Vf - 1$, onde:

D = Densidade (ind.m⁻³);

Nt = Número total de organismos de cada táxon na amostra;

Vf = Volume total de água filtrada

5.4.4. Índice de diversidade de Shannon (H')

A diversidade foi estimada somente para Copepoda, das duas malhas amostradas, utilizando-se a função de Shannon (1948), que expressa a informação de conteúdo, H', por indivíduo na amostra, através da seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_i p_i \log_2 (p_i), \text{ onde:}$$

p_i = porcentagem de importância da espécie i na amostra;

log₂ = logaritmo na base 2

A Diversidade de Shannon foi estimada através do logaritmo na base dois em bits.ind⁻¹ e raramente ultrapassa 4,0 bits.ind⁻¹. Utilizou-se o seguinte critério de avaliação (VALENTIN et al., 1991):

>3,0	- alta
3,0 – 2,0	- média
2,0 – 1,0	- baixa
< 1,0	- muito baixa

5.4.5. Equitabilidade de Pielou (J')

A uniformidade na distribuição dos indivíduos dentre as espécies de Copepoda foi estimada por meio do índice de Equitabilidade de Pielou (1969), com a seguinte equação:

$$J' = H' / \log_2 S, \text{ onde:}$$

H' = índice de Diversidade de Shannon;

S = número de espécies na amostra;

$\log_2$ = logaritmo na base 2.

Quanto mais próximo do valor 1 indica que os organismos da comunidade estudada se distribuem uniformemente entre todas as espécies encontradas.

5.4.6. Produção de Copepoda

5.4.6.1. Tamanho, Peso e biomassa

Foram medidos aproximadamente 20 indivíduos das cinco espécies que apresentaram maiores densidades médias, considerando apenas o comprimento do prossoma. O comprimento dos indivíduos foi relacionado ao peso através de equações morfométricas específicas para Copepoda pelágico tropical (Tabela 1).

Tabela 1: Equações de regressão utilizadas para cálculo do peso seco e referências. PS: Peso Seco, CP: comprimento do prossoma (Adaptada de Melo Jr, 2009).

Espécie	Equação	Referência
<i>Acartia lilljeborgi</i>	$PS = 6.177 \times 10^{-9} CP^{3.029}$	Ara (2001)
<i>Oithona hebes</i>	$PS = 3.405 \times 10^{-10} CP^{3.643}$	Ara (2001)
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	$PS = 3.405 \times 10^{-10} CP^{3.643}$	Ara (2001)
<i>Dioithona oculata</i>	$PS = PS = 3.405 \times 10^{-10} CP^{3.643}$	Ara (2001)
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	$PS = 1.945 \times 10^{-7} CP^{2.582}$	Ara (2001)

A biomassa foi então calculada através da seguinte equação:

$$B = D * P, \text{ onde:}$$

B = Biomassa do táxon

D = Densidade do táxon

P = Peso médio dos indivíduos pertencentes ao táxon

Para o cálculo das taxas de crescimento (C) foi utilizado o modelo de Hirst & Bunker (2003), baseado na equação abaixo:

$$\text{Log}_{10} C = 0,0186 [T] - 0,288 (\text{log}_{10} PS) + 0,417 [\text{log}_{10} CI] - 1,209$$

Onde, **T** é a temperatura média da água ($^{\circ}\text{C}$), **PS** é o peso seco médio em carbono de Copepoda (mg C ind^{-1}) e **CI** é a concentração de clorofila *a* (mg Cl/L^{-1}).

5.4.6.2. Cálculo da Produção

A produção foi estimada para as cinco espécies de Copepoda que apresentaram maiores densidades médias. As taxas de produção ($\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) foram calculadas a partir do produto entre a biomassa em carbono (mg C m^{-3}) e taxas de crescimento (dia^{-1}) específicas por amostra, utilizando a seguinte equação:

$$Pi = Ci * Bi, \text{ onde:}$$

Pi: produção do grupo i

Ci: taxa de crescimento do grupo i

Bi: Biomassa do grupo i

5.5. Análises estatísticas

5.5.1. Análises univariadas

Os dados de densidade da comunidade zooplanctônica do grupo Copepoda e das espécies que apresentaram maiores densidades foram transformados através do $\text{Log}(x+1)$. Posteriormente, foi testada a normalidade dos dados com o teste do Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade de variâncias com o teste de Levene. Os dados que apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias foram tratados com a análise de variância (ANOVA). Os dados que não apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias foram tratados com o teste de Mann-Whitney. As análises foram realizadas segundo as recomendações de Zar (1996).

Para testar a possível influência da malha e da maré e a possível interação entre esses fatores na densidade da comunidade zooplanctônica e no grupo Copepoda foi utilizada a Anova bifatorial. Para avaliar a diversidade e equitabilidade dos Copepoda em relação à malha e à maré foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Também foi utilizado o referido teste para a análise da possível influência da malha e da maré na densidade das espécies de copépodos que apresentaram as maiores densidades.

Todas as análises foram realizadas com um nível de significância de 5%. O programa estatístico usado para as análises univariadas foi o Statistica 8.

5.5.2. Análises multivariadas

Para verificar a similaridade e dissimilaridade das comunidades do micro- e mesozooplâncton foram realizadas análises multivariadas; os táxons foram transformados em $\text{log}(x+1)$. Inicialmente foram realizadas análises de agrupamento com base em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, utilizando o método da maior distância entre os grupos (Complete linkage) (BRAY & CURTIS, 1957), sendo conjuntamente testados todos os táxons e malhas para verificar a separação das comunidades do microzooplâncton e mesozooplâncton. As demais análises foram aplicadas separadamente para a comunidade do micro- e mesozooplâncton utilizando os fatores: maré (quadratura versus sizígia), fases de maré (preamar, baixar, enchente e vazante), e distribuição nictemeral (noite x dia). Para as análises multivariadas foram utilizados os taxa com frequência de ocorrência maior que 15%.

A Análise de Similaridade (ANOSIM) (CLARKE & GREEN, 1988) foi utilizada para testar se existia diferença significativa entre os fatores: maré, períodos de maré, tamanho da malha de amostragem. Utilizou-se o teste com esquema de uma via (que considera apenas um

fator) com 999 permutações. O valor de significância usado nesse teste entre as comunidade foi adotado $p < 0,05$. O valor de R (teste global e testes de comparação) atuou como uma medida da separação dos grupos. Onde os valores de R indicaram (CLARKE & GORLEY, 2006):

R = 0	Grupos indistinguíveis;
R > 0,25	Grupos mal separados;
R > 0,50	Grupos sobrepondo-se, mas claramente diferentes;
R > 0,75	Grupos bem separados;
R = 1	Grupos totalmente separados.

A análise de ordenação do tipo Escalonamento Multidimensional Não Métrico (KRUSKAL, 1964) (MDS) foi utilizado para indicar o agrupamento das amostras em função dos respectivos graus de similaridade, onde foi possível verificar a distribuição de cada fator relacionado com cada amostra. A sub-rotina foi ajustada para efetuar o cálculo do estresse com o esquema 1, fixando 25 reinícios e estresse mínimo de 0,01 (Clarke and Warwick (2001).

As análises multivariadas foram realizadas com o auxílio do aplicativo Primer 6, v. 6.1.9 (CLARKE & WARWICK, 2001; CLARKE & GORLEY, 2006). Todos os testes foram feitos em nível de significância $p < 0,05$ e 46 táxons para malha de 64 μm e 52 táxons para a malha de 200 μm ;

5.5.2.1. Análise de agrupamentos

O cálculo de similaridade baseou-se no coeficiente de Bray-Curtis. A matriz inicial dos dados foi a da densidade (ind.m^{-3}). Os taxa com frequência de ocorrência menor que 15% não foram considerados nesta análise, pois poderiam gerar resultados sem sentido ecológico. A matriz dos dados foi submetida a uma padronização por fileira para reduzir os efeitos das diferentes escalas e depois foi aplicada a transformação linearizante $\log(x+1)$. A classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weigthed Pair Group Method Avarage Arithmetics – WPGMA).

Foi feita uma análise cofenética para medir o bom ajuste dos agrupamentos, cujo valor $> 0,8$ é considerado como bem ajustado (ROHLF & FISHER, 1968). Todos esses cálculos foram

feitos utilizando o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Exeter Software – USA.

5.5.2.2. Análise dos Componentes Principais

Análises de Componentes Principais foram realizadas baseadas nas espécies que ocorreram com mais de 40% de frequência de ocorrência, para tentar verificar as interrelações espécies versus amostras. Além desses, os seguintes parâmetros também foram relacionados: clorofila-*a*, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e profundidade. Foi utilizado o coeficiente de correlação momento-produto de Pearson após estandardização dos dados. Em seguida foram extraídos os autovetores e autovalores e projetados em espaço bi-dimensional. Foi utilizado o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Exeter Software – USA.

5.6. Normatização dos dados

Tabelas e gráficos foram confeccionados segundo as normas do Conselho Nacional de Estatística (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993).

Todo o texto, citações e referências bibliográficas seguiram as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989a, b; 1990a, b, c; 1993; 2000a, b; 2001).

6. RESULTADOS

6.1. Variáveis ambientais

Durante os períodos de coleta, nas marés de quadratura, a profundidade variou de 0,54 m na enchente até 2,20 m nas preamaras. Maiores profundidades ocorreram durante as preamaras de sizígia, com máximo de 2,50 m, e os menores durante as baixa-mares (1 m) (Fig. 2).

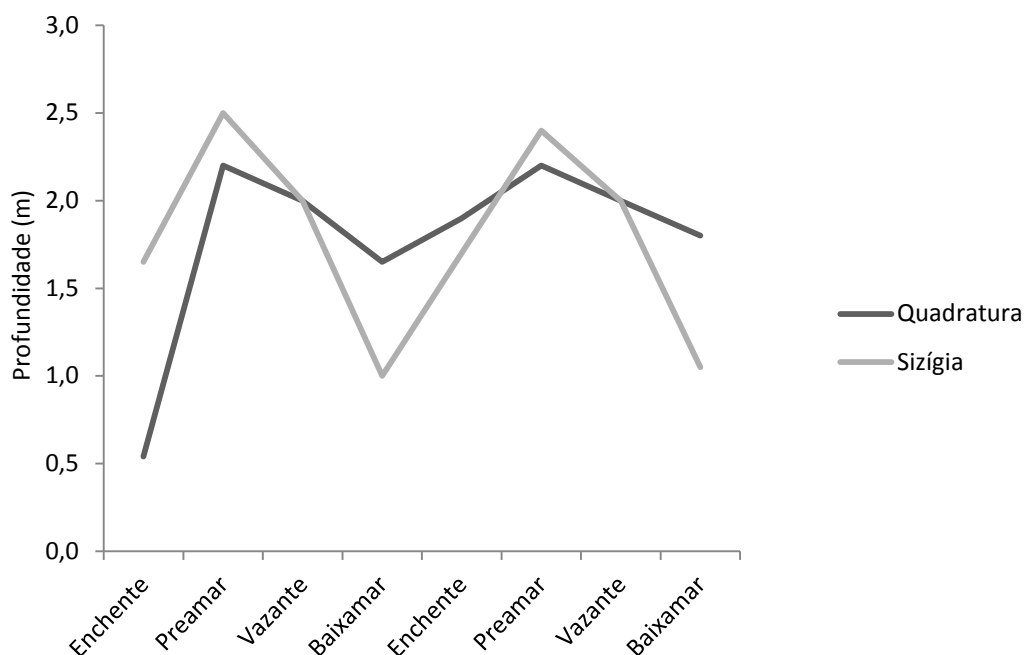


Figura 2: Variação da profundidade na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).

A temperatura superficial da água variou de 26 a 30°C durante a quadratura, com o menor valor registrado na maré vazante e o mais alto tanto na preamar como na baixa-mar. Durante a sizígia a variação foi menor, de 29°C nas marés vazante e na preamar, a 31°C na baixa-mar (Figura 3).

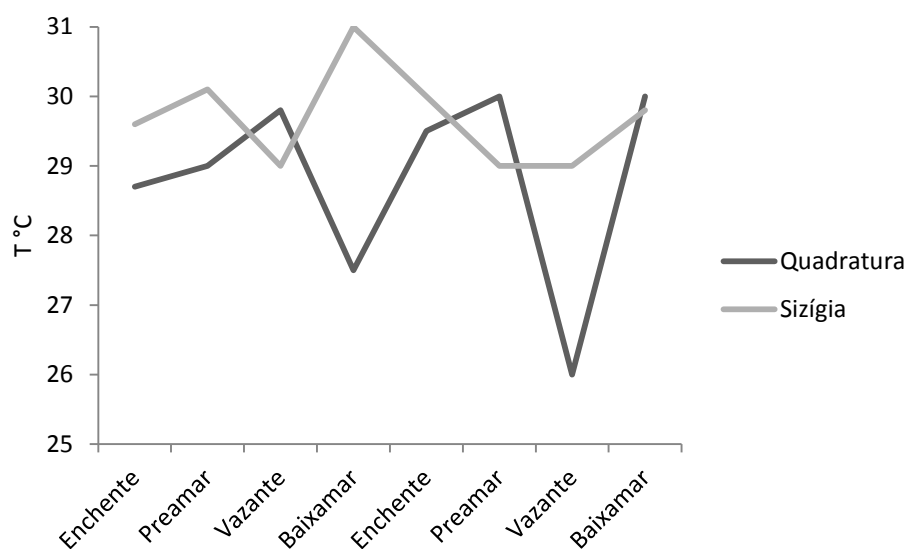


Figura 3: Variação da temperatura superficial da água na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sízigia (abril de 2013).

Em relação à salinidade, a variação seguiu o mesmo padrão durante os dois períodos. Menores valores (25) foram registrados nas baixa-mares, tanto em quadratura como em sizígia. Os máximos foram de 35 durante a vazante de quadratura e de 37 na preamar de sizígia (Figura 4).

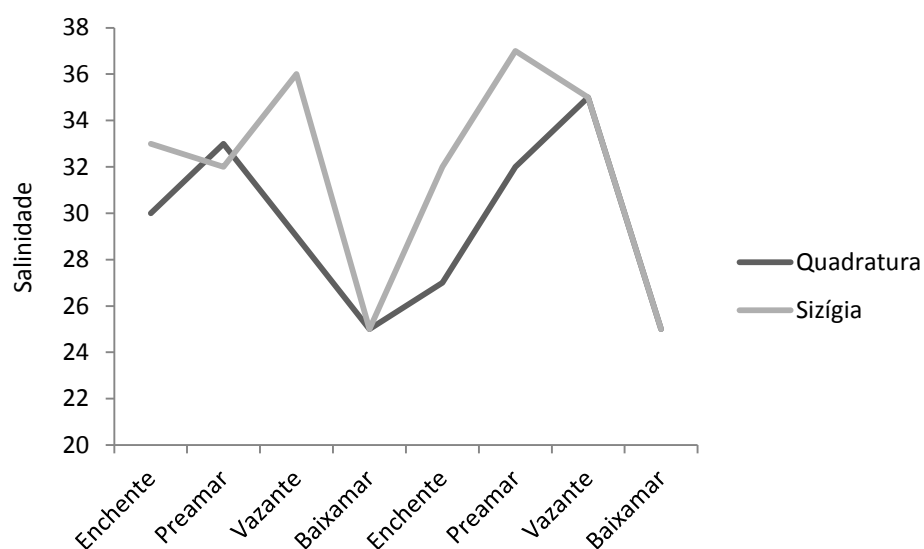


Figura 4: Variação da salinidade na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sízigia (abril de 2013).

Foi possível observar diferença na concentração de oxigênio dissolvido na água entre os dois períodos, sendo superior praticamente em todas as fases de maré durante a quadratura, mantendo-se em torno dos 5 ml.L⁻¹, com um pico de 10,08 ml.L⁻¹ na primeira vazante, reduzindo em seguida até alcançar o mínimo de 0,58 ml.L⁻¹ na segunda baixa-mar. Nas marés de sizígia, de uma forma geral, os valores foram menores, com um máximo de 3,48 ml.L⁻¹ durante a segunda preamar e mínimo de 1,71 ml.L⁻¹ na segunda enchente. Mesmo apresentando valores mais reduzidos, o mínimo da sizígia foi superior ao mínimo da quadratura (Fig. 5). A taxa de saturação de oxigênio apresentou porcentagens médias que variaram de um máximo de 146% em vazante de quadratura e mínimo de 38.8% em baixa-mar de sizígia.

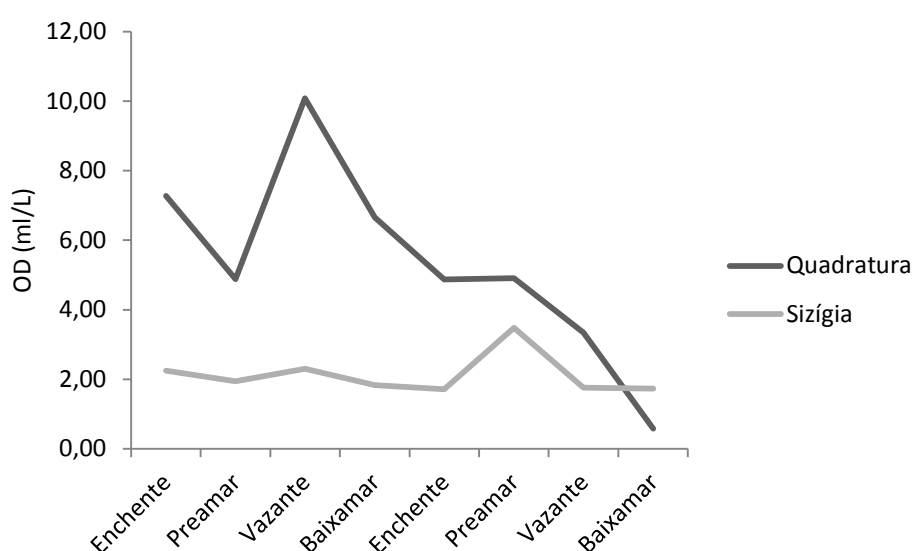


Figura 5: Variação da concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).

Assim como aconteceu com o oxigênio dissolvido, a concentração de clorofila-a também foi mais elevada durante a Quadratura, com valores bem superiores aos registrados durante a Sizígia (máximo de 30,32 mg.m⁻³ na primeira enchente; mínimo de 12,23 mg.m⁻³ durante a primeira vazante). Nas marés de Sizígia, o máximo registrado foi de 14,35 mg.m⁻³ na segunda baixa-mar e o mínimo foi de 1,42 mg.m⁻³ durante a segunda enchente (Figura 6).

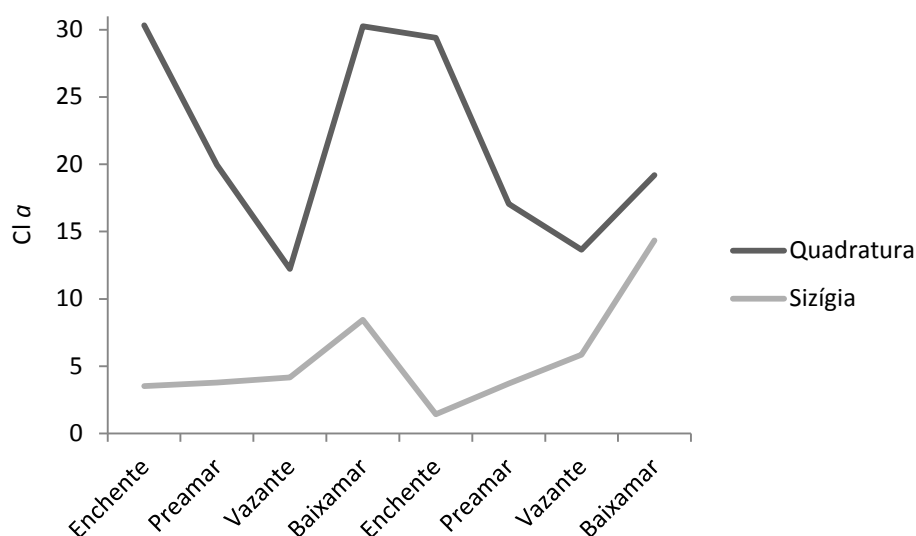


Figura 6: Variação da concentração clorofila-a na água na estação de coleta da Bacia do Pina durante as marés de Quadratura (março de 2013) e Sizígia (abril de 2013).

A tabela 2 resume os valores médios das variáveis ambientais obtidas. O Oxigênio Dissolvido foi convertido para Taxa de Saturação de Oxigênio.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis ambientais coletadas nos regimes de quadratura e sizígia nas fases de ENCH = enchente, PM = preamar, VZ = vazante e BM = baixamar, no estuário da Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil

MÉDIA DOS DESCRITORES AMBIENTAIS								
VARIÁVEIS	QUADRATURA				SIZÍGIA			
	ENCH	PM	VZ	BM	ENCH	PM	VZ	BM
Profundidade (m)	1.22	2.2	2	1.72	1.67	2.45	2	1.02
Temperatura (°C)	29.1	29.5	27.9	28.7	29.8	29.5	29	30.4
Salinidade	28.5	32.5	32	25	32.5	34.5	35.5	25
Taxa de saturação oxigênio (%)	132	109.7	146	76.9	44.6	61.4	45.9	38.8
Clorofila <i>a</i>	29.8	18.5	12.9	24.7	11.4	2.4	3.7	5.01

6.2. Estrutura da comunidade zooplanctônica

6.2.1. Composição faunística

A comunidade zooplanctônica foi representada por 40 *taxa* pertencentes a dez filos (Rotifera, Ciliophora, Protista, Cnidaria, Mollusca, Bryozoa, Annelida, Arthropoda, Chaetognatha e Chordata) (Tabela 3). Os crustáceos foram os mais frequentes e abundantes incluíram: Copepoda, Cladocera, Cirripedia e Decapoda.

Tabela 3: Lista dos *taxa* zooplancônicos registrados na Baía do Pina, Recife (PE), de março a abril de 2013.

Lua	Quadratura								Sizigia							
	64 µm				200µm				64 µm				200µm			
	EN	PM	VZ	BM	EN	PM	VZ	BM	BM	EN	PM	VZ	BM	EN	PM	VZ
TAXA																
FORAMINIFERA																
ROTIFERA																
<i>Brachionus plicatilis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CNIDARIA																
Hydromedusae		X	X		X	X				X		X		X		
Siphonophora					X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Abylopsis tetrágon</i>					X	X	X	X					X	X	X	X
<i>Favella</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POLYCHAETA																
Larva	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MOLLUSCA																
Bivalva	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
Gastropoda (juvenil)					X	X		X							X	
CLADOCERA																
<i>Pseudevadne tergestina</i>								X							X	X
COPEPODA																
Nauplius	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X
Calanidae		X	X	X												
<i>Acartia lilljeborgi</i>	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
<i>Calanopia americana</i>		X				X	X	X	X	X		X				
<i>Centropages velificatus</i>			X				X			X	X				X	
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti</i>	X	X					X		X	X	X	X		X	X	
<i>Hemicyclops thalassius</i>	X	X					X		X	X				X	X	
<i>Euterpina acutifrons</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
Harpacticoida								X			X	X	X	X		
<i>Oithona</i> spp.	X	X			X	X	X	X					X	X	X	X
<i>Oithona hebes</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Oithona oculata</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paracalanídeos	X		X						X	X		X				
<i>Paracalanus indicus</i>						X			X	X					X	
<i>Paracalanus quasimodo</i>					X											
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>				X	X	X	X	X				X		X	X	X
<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>								X					X	X		X
<i>Temora turbinata</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Siphonostomatoida	X								X							
<i>Tigriopus</i> sp.												X	X	X	X	X
Tegastidae								X					X			
CIRRIPEDIA																
Nauplius	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Cypris			X		X	X	X	X			X		X	X	X	X
DECAPODA																
Zoea de Brachyura)	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Megalopa de Brachyura	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bryozoa															X	
CHORDATA																
Appendicularia													X	X	X	X
<i>Oikopleura dioica</i>			X					X			X	X				
<i>Oikopleura</i> sp.			X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X

6.2.2. Frequência de Ocorrência

6.2.2.1. Microzooplâncton

Na comunidade do microzooplâncton durante a maré de quadratura, os táxons que foram mais frequentes corresponderam 42,9% da comunidade. Destacando-se como muito frequentes: *Brachionus plicatilis*; *Favella* sp; Polychaeta (larva) e Copepoda total. Não houve grupos frequentes. Os demais táxons foram considerados como pouco frequentes e corresponderam a 57,1% da comunidade. Estes foram: Cirripedia (cypris), *Sagitta* sp., Chaetognatha (outros) e *Oikopleura dioica*, que ocorreram em 12,5% das amostras (Fig. 7). Para a maré de sizígia, 22,2% da comunidade apresentaram organismos com muita frequência, 33,3% organismos frequentes e 44,4% pouco frequentes. Destacando-se como muito frequente: Copepoda total, Polychaeta (larva), Decapoda (Zoea de Brachyura) e *Brachionus plicatilis*; como frequentes foram os Teleostei (ovos e larvas), Chaetognatha (outros), *Sagitta tenuis*, Bivalvia (véliger), *Favella* sp, Siphonofora, *Oikopleura* sp e Cirripedia (náuplios); e poucos frequentes: *Oikopleura dioica*, Hydromedusae, Foraminifera, Doliolidae e Cirripedia (cypris) (Fig. 8).

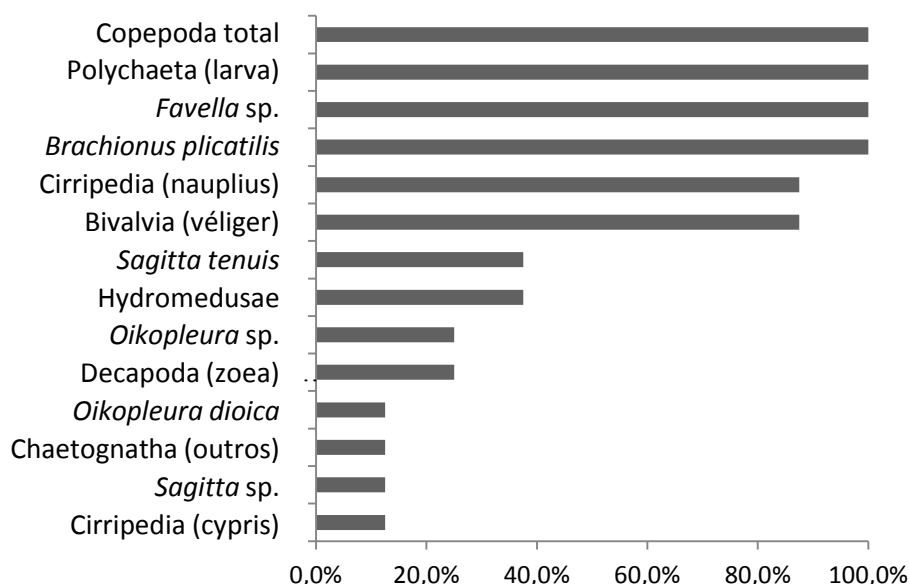


Figura 7 : Frequência de ocorrência do microzooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de quadratura, em março de 2013.

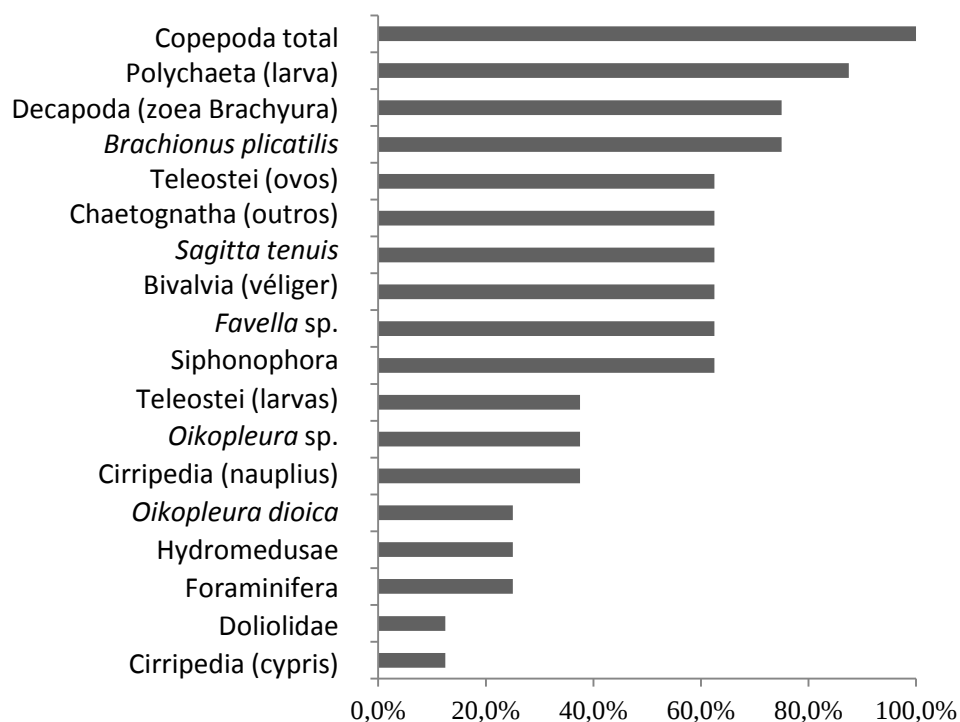


Figura 8: Frequência de ocorrência do microzooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de sizígia, em abril de 2013.

6.2.2.2. Mesozooplâncton

Na comunidade do mesozooplâncton durante a maré de quadratura, 42,9% dos organismos foram classificados como muito frequentes, 23,8% como frequentes e 33,3% como pouco frequentes (Figura 9). Durante a maré de sizígia, 47,6% dos organismos foram muito frequentes; 19% frequentes e 33,3% pouco frequentes (Figura 10, Tabela 3), sendo representados principalmente por Siphonophora, *Favella* sp., Copepoda total, Decapoda (Zoea Brachyura), *Sagitta tenuis* e *Oikopleura* sp. (mais frequentes 100%). A espécie *Brachionus plicatilis* foi quem melhor representou o grupo dos frequentes, com 75% de frequência de ocorrência. Em relação aos grupos menos frequentes, Foraminifera, Gastropoda, Bivalvia (véliger), Decapoda (megalopa Brachyura) e Bryozoa representaram 12,5% de frequência de ocorrência (Figura 4, Tabela 3).

Alguns grupos taxonômicos foram registrados apenas na malha de 200 μ m, como por exemplo, *Sagitta* sp. e Mollusca (juvenil) (Figura 4 e 5, Tabela 3).

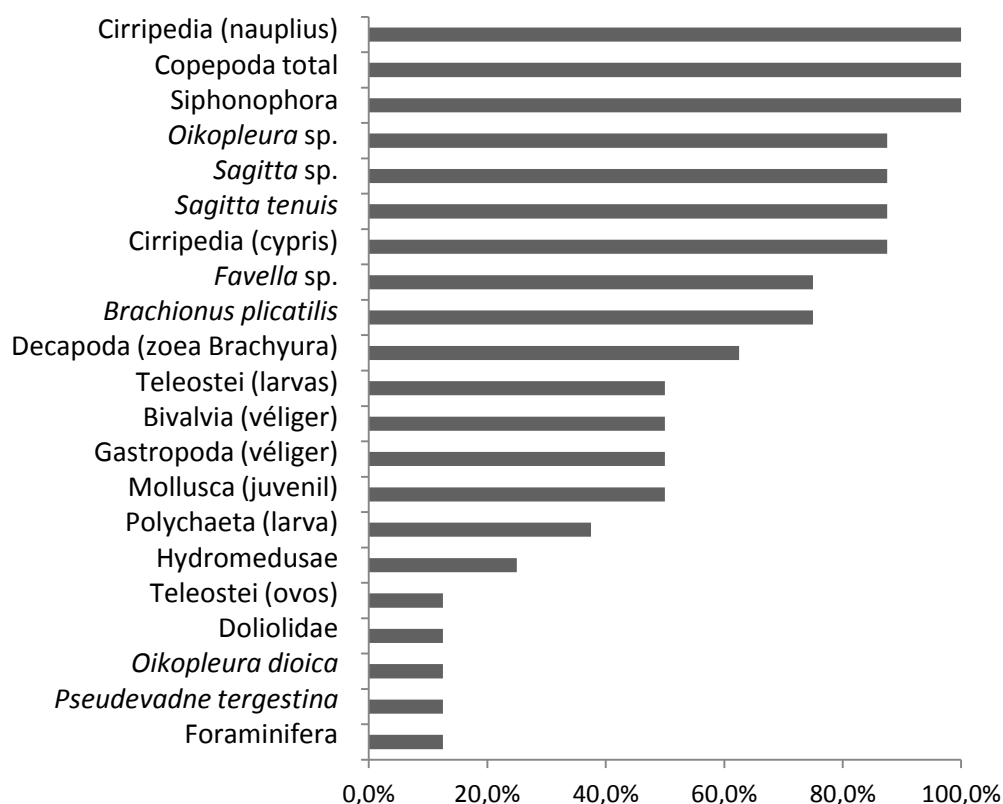


Figura 9. Frequência de ocorrência do mesozooplâncton da Baía do Pina (PE, Brasil), na maré de quadratura, em março de 2013.

O grupo “Copepoda total” além de ser o mais frequente nas duas comunidades também foi o grupo mais abundante quando comparado com as duas comunidades (micro e mesozooplâncton) e com os dois períodos de maré (Quadratura e Sizígia) (Fig. 5, Tabela 3). Outro grupo que mereceu destaque foi a espécie *Brachionus plicatilis* que foi muito frequente em ambas as comunidades, apesar de ser pouco abundante na malha do microzooplâncton (quadratura = 24,72%; sizígia = 12,29%) (Fig. 3), apresentou destaque por ser o segundo grupo mais abundante para a citada comunidade. Comparando com a abundância relativa dos organismos do mesozooplâncton, posteriormente aos de “Copepoda total”, o grupo mais abundante foi Cirripedia nauplius com 17,78%, também considerado pouco abundante (Fig.2).

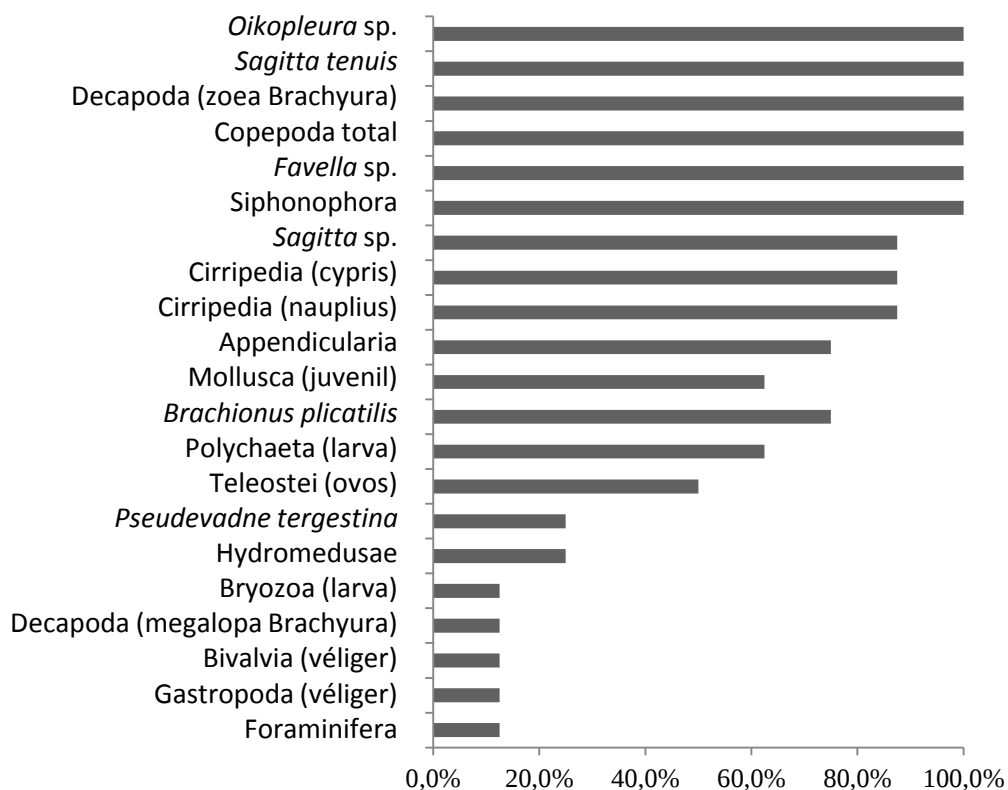


Figura 10: Frequência de ocorrência do mesozooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), na maré de sizígia, em abril de 2013.

6.2.3. Abundância Relativa

De acordo com a classificação adotada para análise dos resultados, qualitativamente observou-se que Copepoda foi um grupo considerado como abundante em ambas as malhas utilizadas 64 μ m e 200 μ m e em ambos os períodos de marés investigados (quadratura e sizígia), por apresentar valores compreendidos entre 40 - 70%. Os demais grupos foram classificados como pouco abundantes e raros em ambas as redes utilizadas e nos dois períodos de maré (Fig.11 Tabela 4).

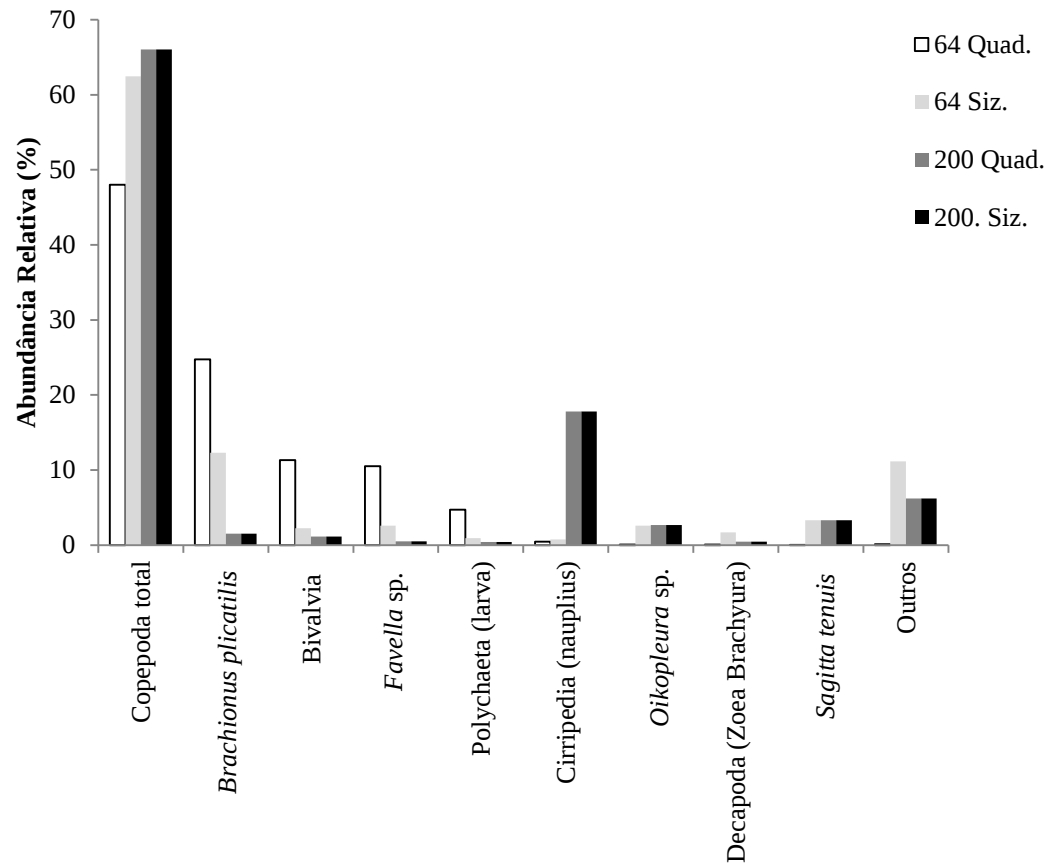


Figura 11: Abundância relativa da comunidade do micro (64) e mesozooplâncton (200) coletados em março e abril de 2013 em marés de Quadratura (Quad.) e Sizígia (Siz.) no estuário da Baía do Pina (PE, Brasil).

Tabela 4: Abundância relativa do micro e do mesozooplâncton coletados na Bacia do Pina em dois períodos de maré, em março e abril de 2013. Valores máximos (Máx.), média e desvio.

Malha	64 µm	Microzooplâncton							200 µm	Mesozooplâncton						
Maré		Quadratura			Sizígia					Quadratura			Sizígia			
Táxon	AR	Máx.	média	Desvio	AR	máx.	média	Desvio	A.R.	Máx.	Média	Desvio	A.R.	maximo	média	desvio
<i>Brachionus plicatilis</i>	24.72	133175.3	41465.23	42139.15	12.3	24936.89	5245.54	8399.86	1.5	194.71	77.71	80.23	2.29	292.07	98.57	106.07
Foraminifera					2.4	4130.65	1023.10	1894.53	0.03	13.91	1.74	4.92	0.10	34.77	4.35	12.29
Hydromedusae	0.03	229.48	47.81	81.13	0.37	1223.90	156.81	431.30	0.168	41.72	8.69	16.52	0.02	6.95	1.04	2.44
Siphonophora					0.44	367.17	189.32	161.06	1.235	111.26	63.98	29.47	2.03	166.89	87.62	55.29
<i>Favella</i> sp.	10.49	43907.29	17591.60	15257.81	2.58	6272.47	1101.51	2131.44	0.477	55.63	24.69	21.05	1.02	83.45	43.81	27.65
Polychaeta (larva)	4.72	17746.50	7920.91	6875.78	0.93	1223.90	397.77	415.69	0.386	125.17	19.99	43.26	0.49	111.26	21.04	37.80
Mollusca (juvenil)									0.171	22.25	8.87	9.92	0.21	34.77	8.87	14.16
Gastropoda									0.957	264.25	49.55	89.94	0.04	13.91	1.74	4.92
Bivalve	11.31	76111.07	18970.40	25082.88	2.22	5507.53	948.52	1929.196	1.145	208.62	59.28	81.18	0.01	2.78	0.35	0.98
<i>Pseudevadne tergestina</i>									0.067	27.82	3.48	9.84	0.18	41.72	7.82	15.52
Copepoda total	48.02	158571.1	80528.56	51246.61	62.47	154975.92	26656.09	52202.148	66.037	6070.79	3420.13	1906.44	51.91	5285.01	2238.30	1834.58
Cirripedia (nauplius)	0.47	1682.86	784.06	611.61	0.73	1682.86	313.62	618.633	17.781	3073.65	920.88	1014.34	13.32	1613.32	574.40	537.67
Cirripedia (cypris)	0.01	152.99	19.12	54.09	0.02	76.49	9.56	27.043	1.255	250.34	65.02	85.78	2.43	229.48	104.83	77.91
Decapoda (Zoea Brachyura)	0.05	458.96	76.49	163.55	1.67	2753.77	713.30	948.976	0.453	111.26	23.47	36.97	9.11	1474.24	392.73	508.19
Decapoda (megalopa Brachyura)													0.02	6.95	0.87	2.46
Bryozoa													1.13	375.51	48.68	132.15
<i>Sagitta tenuis</i>	0.04	305.97	70.76	115.34	3.32	7649.35	1415.13	2579.479	3.286	333.79	170.20	100.51	3.08	312.93	132.82	108.36
<i>Sagitta</i> sp.(juvenil)	0.01	76.49	9.56	27.04					1.148	278.16	59.46	90.29	0.61	69.54	26.43	26.89
Chaetognatha (outros)	0.02	229.48	28.69	81.13	4.76	6731.43	2028.99	2333.426								
Oikopleura dioica	0.06	764.94	95.62	270.45	0.25	764.94	107.09	267.745	0.806	333.79	41.72	118.01	1.21	417.24	52.16	147.52
<i>Oikopleura</i> sp.	0.05	413.07	89.88	168.87	2.58	3977.66	1099.59	1649.717	2.652	278.16	137.34	100.41	3.87	347.7	166.90	131.31
Appendicularia													1.88	458.96	81.02	154.96
Doliolidae					0.27	917.92	114.74	324.534	0.134	55.63	6.95	19.67				
Teleostei (ovos)					2.43	3671.69	1036.49	1350.693	0.054	22.25	2.78	7.87	0.35	69.54	15.30	24.47
Teleostei (larvas)					0.22	305.97	91.79	133.871	0.188	41.72	9.74	14.34				

6.2.4. Estrutura da comunidade de Copepoda

A subclasse Copepoda esteve representada por 18 espécies, onde dessas apenas três ocorreram exclusivamente na comunidade do mesozooplâncton: *Labidocera fluviatilis*, *Clausocalanus furcatus* e *Pseudodiaptomus trihamatus* (Fig. 12).

Para a comunidade do microzooplâncton as espécies classificadas como muito frequentes foram: *Oithona oswaldocruzi*; *Oithona hebes*, *Dioithona oculata* e *Parvocalanus crassirostris*, representando 24% da comunidade de Copepoda. Para a comunidade do mesozooplâncton as espécies *Acartia lilljeborgi*, *Oithona oswaldocruzi*, *Parvocalanus crassirostris* e *Oithona oculata* foram classificadas como muito frequentes. Em contrapartida, as espécies menos frequentes foram *Tigriopus* sp. para o micro e *Paracalanus indicus* para o mesozooplâncton. A espécie *Pseudodiaptomus trihamatus* ocorreu apenas na comunidade do mesozooplâncton com 31% de frequência (Figura 12; Tabela 3).

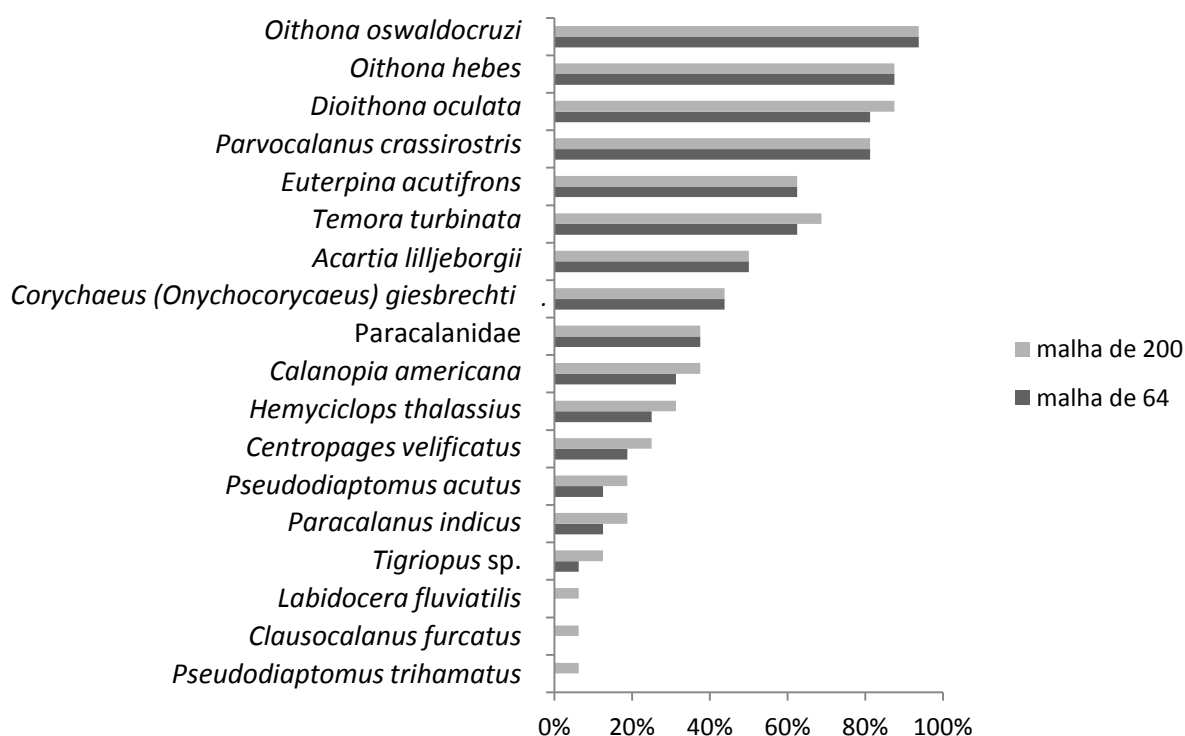


Figura 12: Frequência de ocorrência (F.O.) da comunidade de Copepoda do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil, no período de março e abril de 2013.

Quando analisada a frequência de ocorrência das espécies de Copepoda do micro e mesozooplâncton, com relação aos períodos de maré investigados, verificou-se que na maré de sizígia/malha de 64µm as espécies com frequência de ocorrência maior que 70% foram: *Dioithona oculata* (100%), *Oithona oswaldocruzi* (87,5%), *Temora turbinata* (87,5%), *Oithona hebes* (75%) e *Parvocalanus crassirostris* (75%), compondo 33,33% das espécies, enquanto as demais espécies representaram 13,33% (frequentes) e 53,33% (pouco frequentes) (Fig. 13). Na maré de quadratura as espécies de Copepoda classificadas como muito frequentes foram: *Oithona oswaldocruzi* (100%), *Oithona hebes* (100%), *Euterpina acutifrons* (87,5%), *Parvocalanus crassirostris* (75%) e *Acartia lilljeborgii* (75%) representando 38,46% destas as demais espécies compuseram 7,69 (frequentes) e 53,85% (pouco frequentes) de Copepoda (Fig. 14).

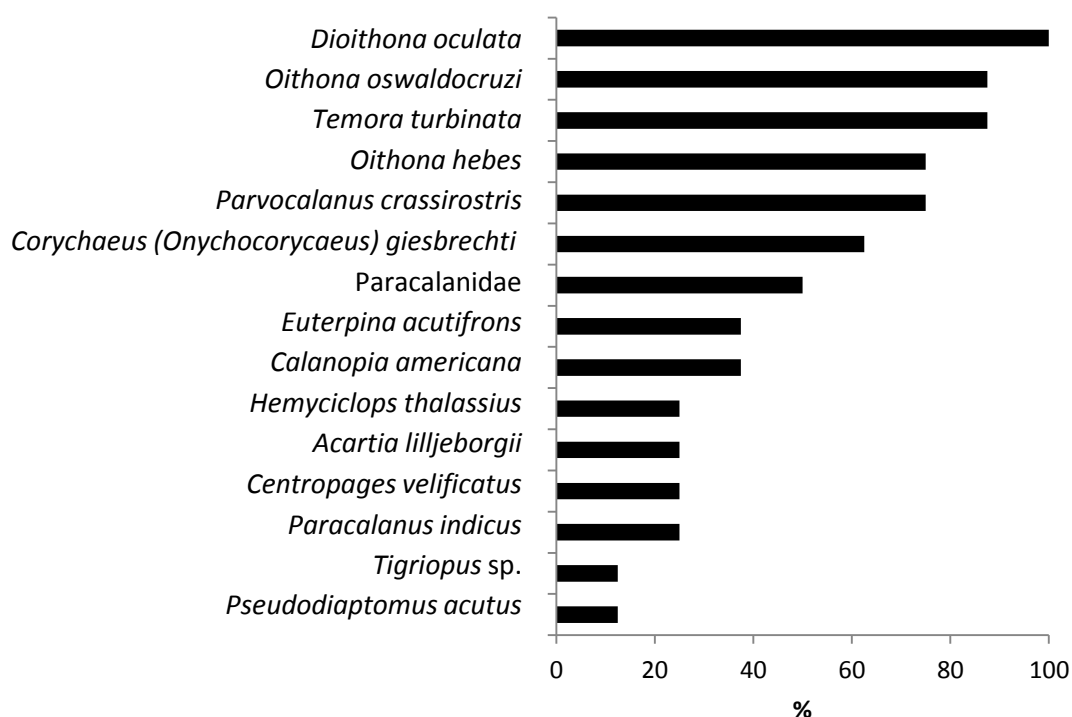


Figura 13: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do microzooplâncton coletados em maré de sizígia, no estuário da Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil, em abril de 2013.

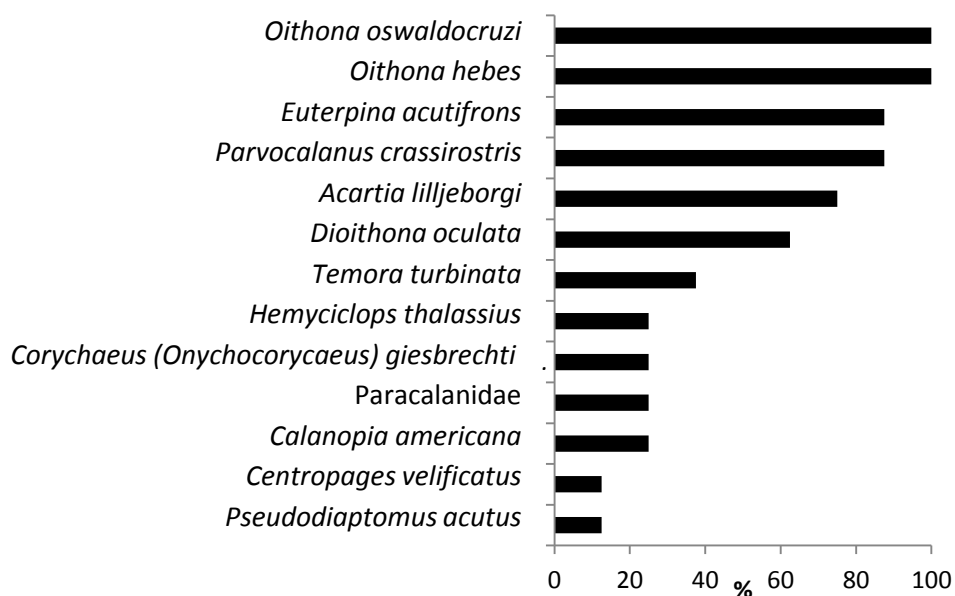


Figura 14: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do microzooplâncton coletados em maré de quadratura em março de 2013, no estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil).

Já em relação aos Copepoda da malha de 200 μ m na maré de sizígia, verificou-se que as espécies que se destacaram, com frequência > 70% foram: *Oithona oswaldocruzi* (100%), *Temora turbinata* (100%), *Acartia lilljeborgi* (100%), *Dioithona oculata* (100%) e *Parvocalanus crassirostris* (87,5%) compondo 35,71% das espécies de Copepoda (Fig. 15). Na maré de quadratura as espécies muito frequentes foram: *Oithona oswaldocruzi* (100%), *Oithona hebes* (100%), *Acartia lilljeborgi* (100%), *Parvocalanus crassirostris* (100%), *Dioithona oculata* (87,5%), *Temora turbinata* (87,5%) e *Euterpina acutifrons* (75%) representando 46,67% das espécies de Copepoda as demais espécies compuseram 6,67% e 46,67%, sendo consideradas, frequentes e pouco frequentes, respectivamente (Fig. 16).

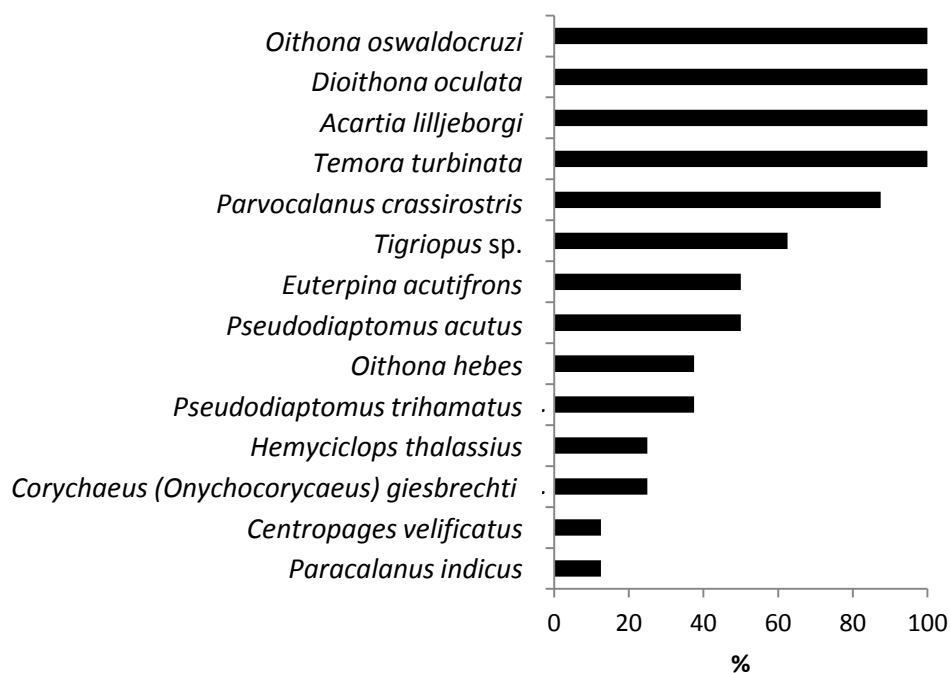


Figura 15: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do mesozooplâncton coletados em maré de sizígia, no estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil), em abril de 2013.

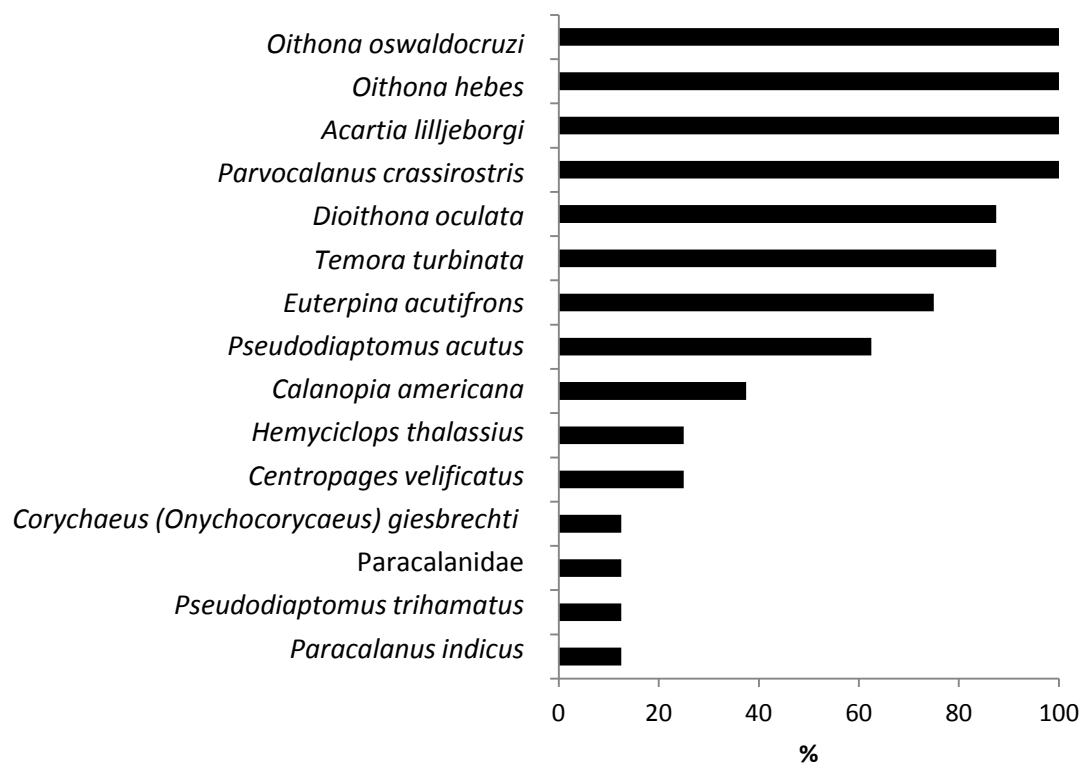


Figura 16: Frequência de ocorrência (F.O.) das espécies de Copepoda do mesozooplâncton coletados em maré de quadratura, no estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil) em março de 2013.

Comparando a abundância relativa das espécies de Copepoda, tanto para o micro quanto para o mesozooplâncton, a composição das comunidades foi semelhante sendo representadas principalmente por *Oithona oswaldocruzi* (Tabela 5). De maneira geral, essa espécie de copépode foi a que mais se destacou nas malhas de 64µm e 200µm, notadamente na maré de quadratura, apresentando uma abundância relativa de 87,49% para a comunidade do micro e 42,83% para o mesozooplâncton (Tabela 5).

Tabela 5: Valores máximos, médios e desvios (D) dos descritores ecológicos das espécies de Copepoda do micro e mesozooplâncton coletados nos meses de março e abril de 2013 no Estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil.

COPEPODA	64 µm					200 µm				
	AR	F.O	Máx.	Média	D	AR	F.O	Máx.	Média	D
<i>P. indicus</i>	0,34	19%	1529,87	109,96	382,9	0,09	19%	27,82	2,61	7,56
<i>P. crassirostris</i>	1,66	81%	2065,33	539,28	709,3	3,22	94%	417,23	89,27	101,45
<i>P. acutus</i>	0,04	19%	152,99	13,39	40,2	1,87	63%	187,75	51,81	72,53
<i>P. trihamatus</i>						0,63	31%	166,9	17,39	43,02
<i>C. velificatus</i>	0,29	25%	1376,89	95,61	342,6	0,37	25%	89,01	10,34	26,23
<i>T. turbinata</i>	0,41	69%	764,94	133,86	204,1	3,76	94%	730,16	104,22	197,66
<i>C. americana</i>	0,32	38%	764,94	105,18	233,4	0,31	25%	69,54	8,69	20,23
<i>A. lilljeborgi</i>	0,87	50%	917,92	282,07	339,4	16,3	100%	1627,23	451,31	584,06
Paracalanidae	0,89	38%	2830,26	288,76	729,5	0,06	13%	27,82	1,73	6,95
<i>O. hebes</i>	2,69	88%	3977,66	876,81	1065	5,08	69%	751,03	140,64	203,94
<i>D. oculata</i>	2,68	88%	4283,64	872,98	1105	23,03	94%	4937,31	637,5	1467,2
<i>O. oswaldocruzi</i>	87,4	94%	153828	28459,42	42477	42,83	100%	4756,51	1185,5	1549,7
<i>E. acutifrons</i>	1,03	63%	1453,38	336,57	485,4	1,81	69%	278,16	50,07	85,42
<i>C. (Onychocorycaeus) giesbrechti</i>	1,05	44%	1223,9	342,3	442,4	0,08	25%	13,91	2,17	4,89
<i>H. thalassius</i>	0,2	31%	611,95	66,93	160,1	0,2	31%	41,72	5,73	11,82
<i>Tigriopus sp.</i>	0,01	13%	61,19	3,82	15,29	0,33	38%	62,59	9,12	17,91

6.2.5. Densidade média

Em relação à comunidade zooplancônica e ao grupo Copepoda da Bacia do Pina, verificou-se uma maior densidade média na malha de 64 μm em regime de quadratura, respectivamente: $55,89 \pm 48,00 \text{ ind.m}^{-3}$; $55,42 \pm 51,24 \text{ ind.m}^{-3}$. A diversidade registrou seu valor médio máximo ($4,65 \pm 0,24 \text{ ind.m}^{-3}$) na malha de 200 μm em sizígia. Quando comparando a média da densidade entre as cinco espécies com maiores densidades no período estudado, observa-se que *P. crassirostris* registrou seu valor médio máximo ($51,61 \pm 50,28 \text{ ind.m}^{-3}$) na malha de 64 μm em quadratura (Tabela 6).

Tabela 6. Médias e desvios padrão da densidade do zooplâncton total ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), do grupo Copepoda ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), na diversidade (H') e na equitabilidade (J') dos Copepoda e da densidade de *O. oswaldocruzi*, *Dioithona oculata*, *A. lilljeborgi*, *O. hebes* e *P. crassirostris* ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) na Bacia do Pina (PE) durante os meses de março e abril de 2013.

	Quadratura		Sizígia	
	64 μm	200 μm	64 μm	200 μm
Zooplâncton total	$55,89 \pm 48,00$	$3,36 \pm 1,78$	$9,15 \pm 10,48$	$2,17 \pm 1,69$
Copepoda	$55,42 \pm 51,24$	$0,21 \pm 0,11$	$9,05 \pm 11,19$	$0,13 \pm 0,11$
Diversidade	$4,08 \pm 0,37$	$4,58 \pm 0,34$	$4,21 \pm 0,33$	$4,65 \pm 0,24$
Equitabilidade	$0,98 \pm 0,004$	$0,98 \pm 0,002$	$0,98 \pm 0,006$	$0,98 \pm 0,009$
<i>O. oswaldocruzi</i>	$0,46 \pm 0,69$	$2,30 \pm 1,51$	$0,61 \pm 0,76$	$0,06 \pm 0,02$
<i>Dioithona oculata</i>	$0,37 \pm 0,30$	$0,12 \pm 0,13$	$0,19 \pm 0,36$	$1,15 \pm 1,99$
<i>A. lilljeborgi</i>	$1,48 \pm 1,21$	$0,37 \pm 0,47$	$0,26 \pm 0,32$	$0,53 \pm 0,70$
<i>O. hebes</i>	$0,67 \pm 0,74$	$0,27 \pm 0,21$	$1,06 \pm 1,40$	$0,005 \pm 0,01$
<i>P. crassirostris</i>	$51,61 \pm 50,28$	$0,05 \pm 0,03$	$5,20 \pm 10,6$	$0,12 \pm 0,13$

Quando comparada a densidade da comunidade do micro (64 μm) e mesozooplâncton (200 μm) verificou-se maiores valores de densidade na malha de 64 μm , em relação à malha de 200 μm , sendo esta diferença significativamente comprovada (ANOVA, $p: 0,000$; Tabelas 7; Fig. 17A). Foi observado que o grupo Copepoda também apresentou maiores densidades na malha de 64 μm , sendo esta diferença significativamente comprovada (ANOVA, $p: 0,000$; Tabelas 7; Fig. 17A). Quando testado a densidade da comunidade zooplancônica verificou-se que esta apresentou maiores valores na maré de quadratura, em relação à maré de sizígia (ANOVA, $p: 0,002$; Tabelas 7; Fig. 17B). O grupo dos Copepoda também apresentaram maiores densidades durante a quadratura (ANOVA, $p: 0,006$; Tabelas 7; Fig. 17B).

Houve interação entre as malhas observadas e a fase lunar na comunidade zooplancônica (ANOVA, $p: 0,024$, Tabela 5). Entretanto, esses fatores não apresentaram interação na densidade de Copepoda (ANOVA, $p < 0,353$, Tabela 7).

O grupo Copepoda não apresentou diferenças na diversidade e equitabilidade nas malhas observadas (Mann-Whitney, p: 0,207, p: 0,752, respectivamente; Tabela 7), como também nas marés estudadas (Mann-Whitney, p: 0,058, p: 0,188, respectivamente; Tabela 5).

A densidade de *O. oswaldocruzi* não apresentou diferenças entre as malhas estudadas (Mann-Whitney, p: 0,416; Tabela 7). Entretanto, essa espécie apresentou maiores densidades no período de quadratura (Mann-Whitney, p: 0,013; Tabela 7; Fig. 18A). Os Copepoda *D. oculata* e *A. lilljeborgi* não apresentaram diferenças na densidade em relação às malhas nem as marés respectivamente: (Mann-Whitney, p: 0,480; Tabela 7) / (Mann-Whitney, p: 0,480; Tabela 7); (Mann-Whitney, p: 0,277; Tabela 7) / (Mann-Whitney, p: 0,796; Tabela 7). Entretanto, *O. hebes* e *P. crassirostris* apresentaram maiores densidades na malha de 64 μm , quando comparado com a malha de 200 μm (Mann-Whitney, p: 0,026; p: 0,000, respectivamente; Tabela 7; Figs. 18 B e C, respectivamente).

Tabela 7: Resultados dos testes realizados na análise da influência da malha (64 e 200 μm) e da maré (quadratura e sizígia) na densidade da comunidade zooplânctonica ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), no grupo Copepoda ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$), na diversidade (H') e equitabilidade (J') dos Copepoda e na densidade das espécies *O. oswaldocruzi*, *D. oculata*, *A. lilljeborgi*, *O. hebes* e *P. crassirostris* ($\text{ind.}10^3 \text{ m}^{-3}$) na Bacia do Pina (PE) durante os meses de março e abril de 2013.

ANOVA	malha (μm)		maré		malha x maré	
	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>P</i>	F
C. zooplânctônica	0,000	83,394	0,002	11,076	0,024	5,640
Copepoda	0,000	19,438	0,006	8,504	0,353	0,890
MANN-WHITNEY	Malha		Maré			
	<i>P</i>		<i>P</i>			
Diversidade	0,207				0,058	
Equitabilidade	0,752				0,188	
<i>O. oswaldocruzi</i>	0,416				0,013	
<i>D. oculata</i>	0,480				0,480	
<i>A. lilljeborgi</i>	0,227				0,796	
<i>O. hebes</i>	0,026				0,246	
<i>P. crassirostris</i>	0,000				0,266	

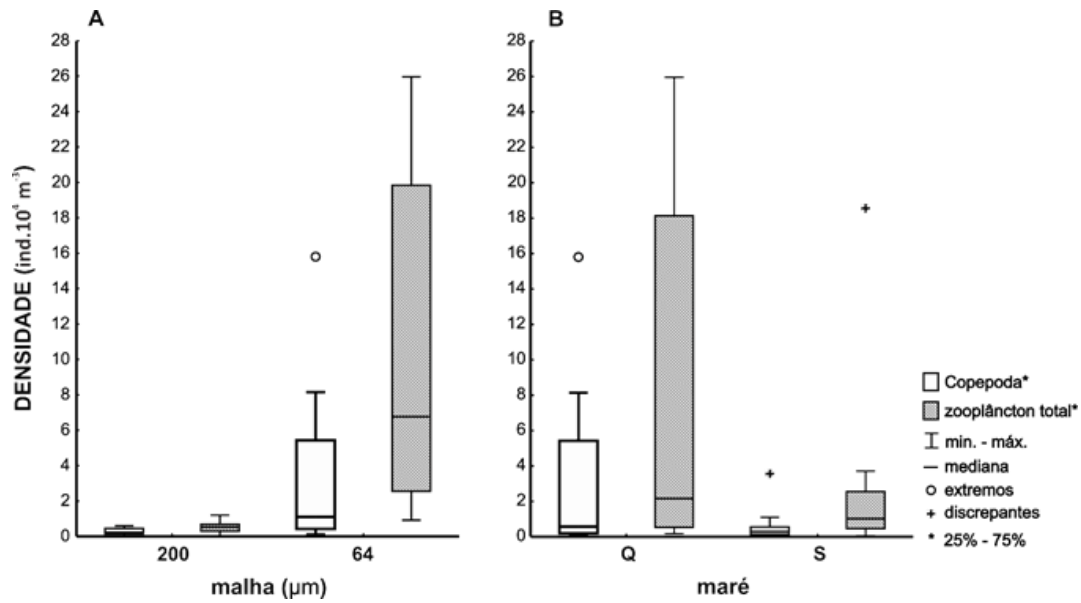


Figura 17: Densidade da comunidade zooplancônica (ind. 10^3 m^{-3}) e de Copepoda (ind. 10^3 m^{-3}) nas malhas de 64 μm e 200 μm (A) e nos períodos de quadratura e sizígia (B) na Baía do Pina (PE), durante os meses de março e abril de 2013. Q: quadratura; S: sizígia.

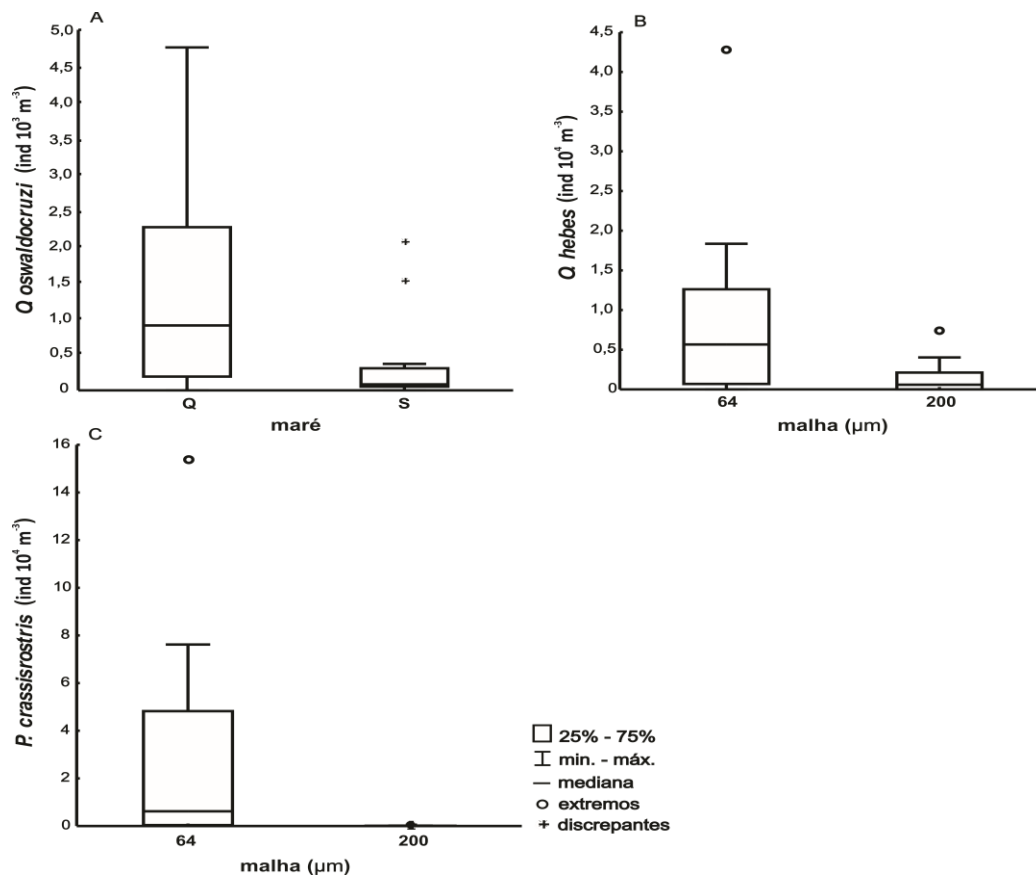


Figura 18: Densidade de *O. oswaldocruzi* (ind. 10^3 m^{-3}) em diferentes marés (A) e densidade de *O. hebes* (ind. 10^3 m^{-3}) (B) e *P. crassirostris* (ind. 10^4 m^{-3}) (C) nas malhas de 64 μm e 200 μm na Baía do Pina (PE), durante os meses de março e abril de 2013. Q: quadratura; S: sizígia.

6.2.6. Análise Multivariada

6.2.6.1. Análise de Agrupamento

Quando testada a similaridade das amostras em função da densidade dos organismos na malha de 64 μm , foi possível observar que estes se distribuíram em dois grupos principais apresentando-se bem ajustados, estando o primeiro grupo constituído pelas amostras de quadratura e o segundo formado pelas amostras de sizígia (Fig. 19).

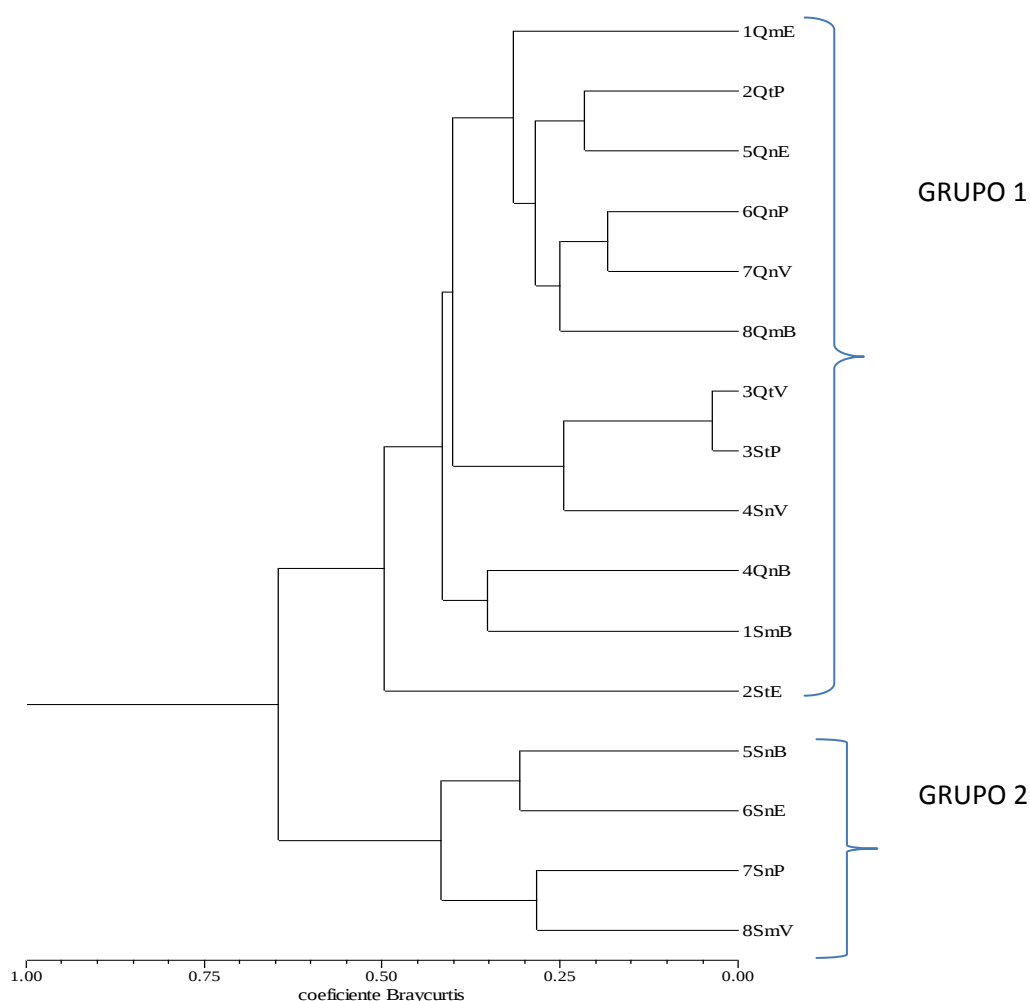


Figura 19: Dendrograma da associação das amostras do microzooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), no período de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA) (1-8 = amostras; Q = quadratura; S = Sizígia; m = manhã; t = tarde; n = noite).

Quando testada o grau de semelhança entre os táxons do microzooplâncton verificou-se a formação de três grupos principais (Fig. 20). O grupo 1 foi constituído, em geral, por organismos residentes do estuário e que apresentaram maiores valores de densidade durante as marés de

quadratura, como *O. oswaldocruzi*, *O. hebes*, *A. lilljeborgi*, *B. plicatilis*, *Favella* sp., *Bivalvia* (véliger), *P. crassirostris*, entre outros. Além desses, agrupou também formas juvenis de Copepoda, os Harpacticoida *Tigriopus* sp. e “Harpacticoida não identificado”, *Sagitta* sp., *Oikopleura* sp., Hydromedusae e outros, representando organismos estuarinos e costeiros. Os demais grupos foram formados por organismos que tiveram as menores densidades nas amostras (Fig. 20).

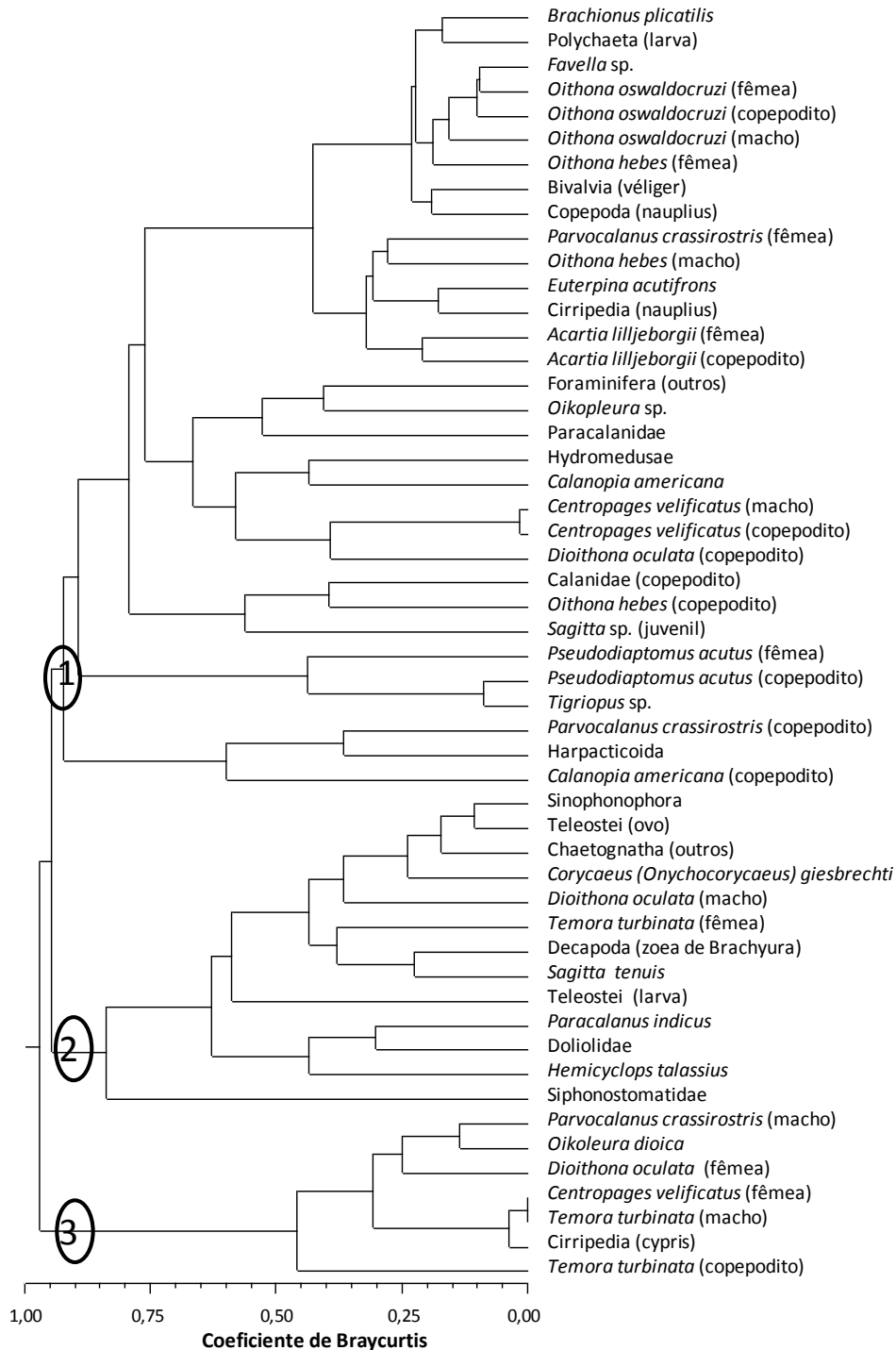


Figura 20: Dendrograma da associação dos taxa do microzooplâncton coletados na Bacia do Pina (Recife, PE), de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA).

Quando testada a similaridade das amostras em função da densidade dos organismos na malha de 200 μm , também foi possível observar que estes se distribuíram em dois grupos principais, estando o primeiro grupo constituído pelas amostras de quadratura e o segundo formado pelas amostras de sizígia (Fig. 21).

Quando testado o grau de semelhança entre os taxa do mesozooplâncton verificou-se a formação de 3 grupos principais. O grupo 1 foi constituído, em geral, por organismos residentes do estuário e que apresentaram maiores valores de densidade durante as marés de quadratura, como *O. oswaldocruzi*, *O. hebes*, *A. lillgeborgi*, *B. plicatilis*, *Favella* sp., *Bivalvia* (véliger), *P. crassirostris*, entre outros. O segundo grupo associou principalmente formas juvenis de Copepoda, os Harpacticoida *Tigriopus* sp. e “Harpacticoida não identificado”, *Sagitta* sp., *Oikopleura* sp., Hydromedusae e outros, representando organismos estuarinos e costeiros. Os demais grupos foram formados por organismos que tiveram as menores densidades nas amostras (Fig. 22).

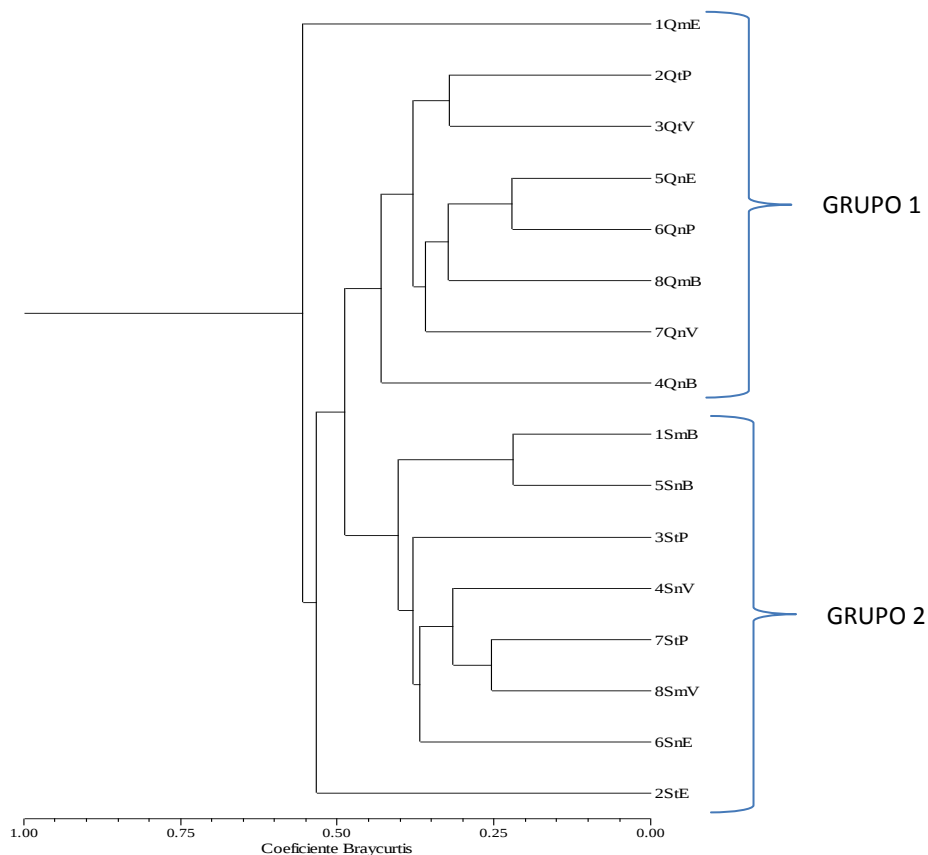


Figura 21: Dendrograma da associação das amostras do mesozooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), no período de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA) (1-8 = amostras; Q = quadratura; S = Sizígia; m = manhã; t = tarde; n = noite).

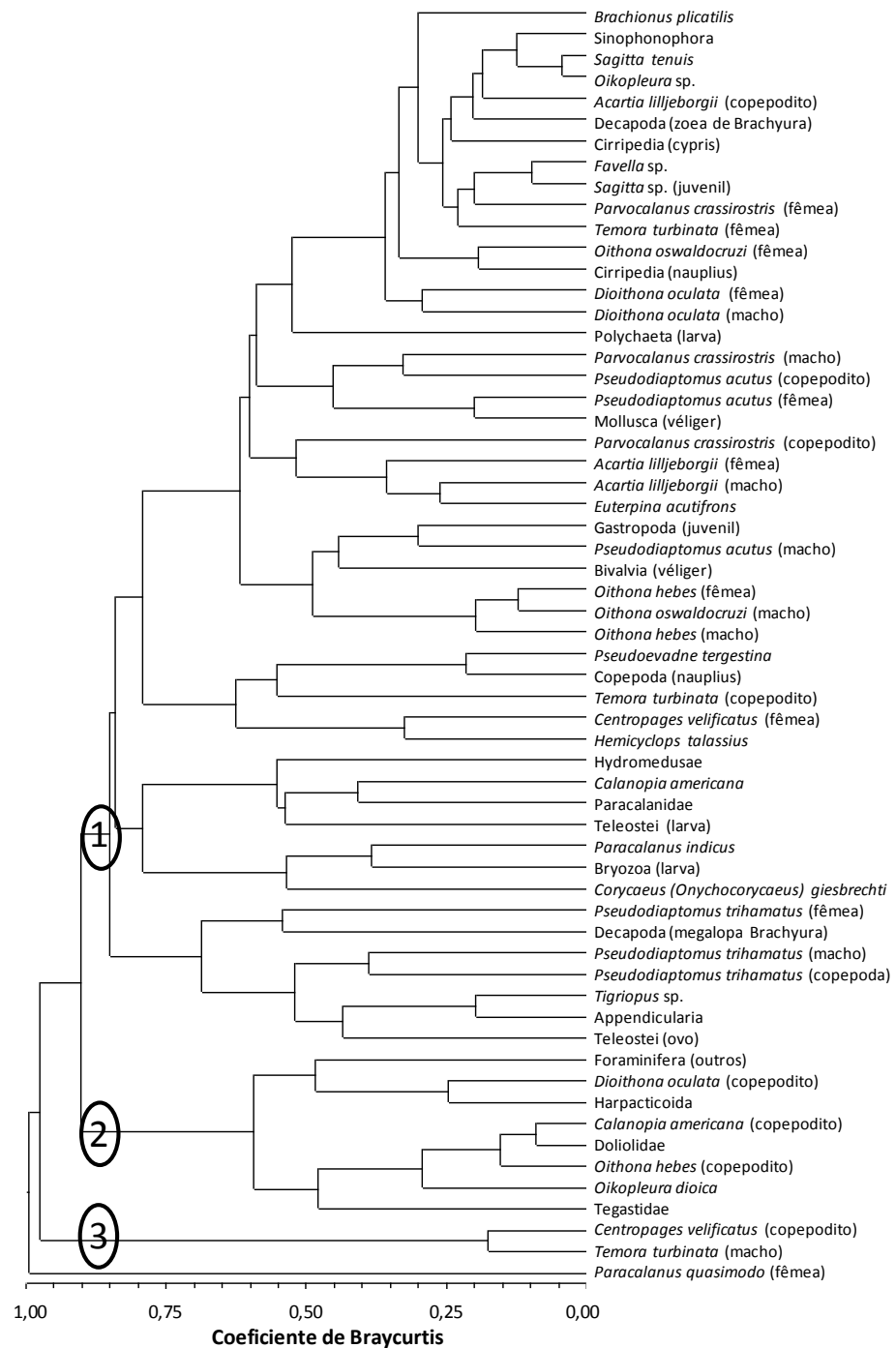


Figura 22: Dendrograma da associação das espécies do mesozooplâncton da Bacia do Pina (PE, Brasil), no período de março e abril de 2013. Índice de Bray-Curtis, método de ligação do Peso Proporcional (WPGMA) (1-8 = amostras; Q = quadratura; S = Siziária; m = manhã; t = tarde; n = noite).

6.2.6.2. Análise de Escalonamento Multidimensional - MDS

A análise de ordenação de Escalonamento Multidimensional (Fig. 23) (fator malha) mostrou um baixo valor de stress = 0,13, demonstrando assim uma boa representatividade da disposição das comunidades (micro e mesozooplâncton) quanto à similaridade entre seus taxa. Esses grupos foram classificados como grupos sobrepondo-se, mas claramente diferentes (ANOSIM, $p < 0,05$; $R=0,60$).

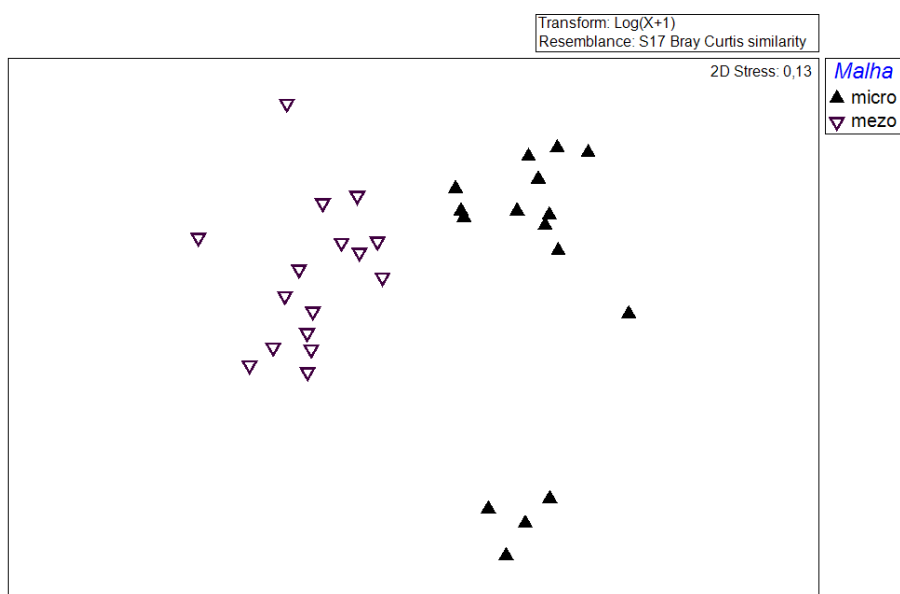


Figura 23: Análise de ordenação MDS (escalonamento multidimensional) para visualizar as similaridades entre as comunidades. Esta projeção baseia-se em dados de densidade dos 52 táxons da comunidade planctônica da Bacia do Pina, nos períodos de março e abril de 2013.

Quando analisadas separadamente a comunidade do micro e mesozooplâncton para os fatores (maré, fases da maré e nictimeral) observou-se que apenas houve diferenças significativas quanto ao fator maré (Quadratura X Sízigia) (ANOSIM, $p < 0,05$).

Na ordenação de escalonamento multidimensional (MDS) realizada separadamente para as comunidades do micro e mesozooplâncton (Amostragem = Abundância do microzooplâncton em 44 táxons - Abundância do mesozooplâncton em 52 táxons - Fator maré), foi observada para a comunidade do microzooplâncton um valor baixo do stress = 0,07, indicando a formação de dois grupos biológicos diferentes apesar de serem descritos como grupos mal separados ($R=0,35$).

para o microzooplâncton. Para a comunidade do mesozooplâncton os grupos são claramente diferentes (ANOSIM, $p < 0,05$), mas sobrepõem-se ($R=0,53$) (Fig. 24).

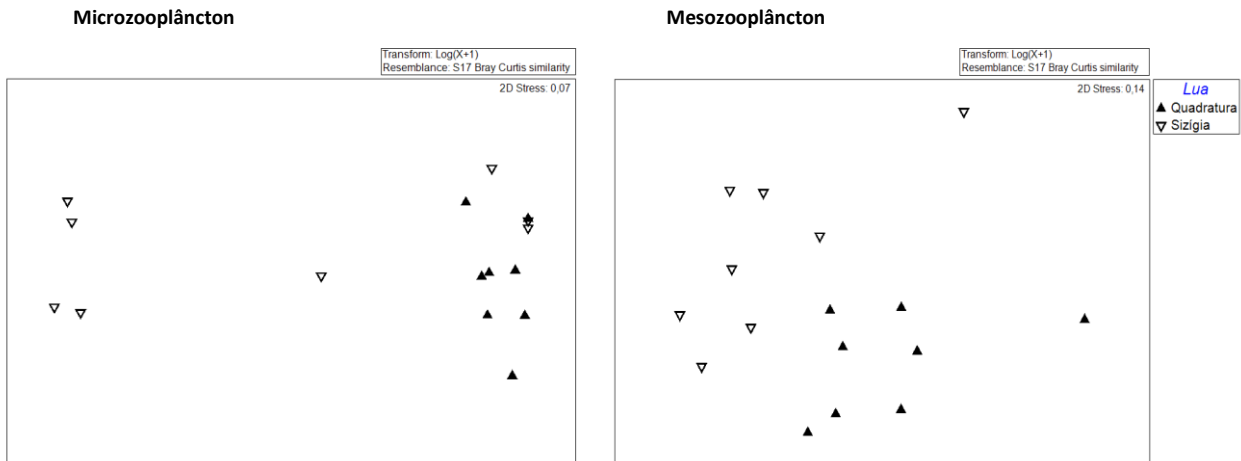


Figura 24: Análise de ordenação MDS (escalonamento multidimensional) para visualizar as similaridades entre as comunidades em relação a maré de quadratura e sizígia (lua). Esta projeção baseia-se em dados de densidade dos 52 táxons da comunidade da Bacia do Pina, nos períodos de março e abril de 2013.

A análise de Similaridade de Porcentagens para a composição de espécies (SIMPER) aplicada para ambas as comunidades estudadas, nas marés de quadratura e sizígia, mostrou que os organismos do microzooplâncton que mais contribuíram para a similaridade na maré de quadratura foram *Brachionus plicatilis* (10,98%); *Favella* sp. (10,45%); *Oithona oswaldocruzi* (10,31%); Polychaeta (larva) (9,33%); Copepoda (nauplius) (8,65%) e Bivalvia (véliger) (7,71%), que juntos contribuíram 57,44% para a similaridade. Enquanto que para a maré de sizígia, os organismos do microzooplâncton que mais contribuíram para a similaridade foram: Polychaeta (larva) (7,82 %); *Oithona oswaldocruzi* (copepodito) (7,56%); *Brachionus plicatilis* (7,15%); *Dioithona oculata* (macho) (6,53%); *Temora turbinata* (fêmea) (6,06%); Decapoda (Zoea Brachyura) (5,82%); Chaetognatha (outros) (5,48%) e *Sagitta tenuis* (4,85%), que juntos contribuíram com 51,26% para a similaridade de microzooplâncton na maré de sizígia. Quanto a dissimilaridade verificou-se que os taxa da comunidade do microzooplâncton contribuíram com 56,31% de dissimilaridade média para o fator maré, onde estiveram representados principalmente por *Oithona oswaldocruzi* (fêmea) (4,65%); Copepoda (nauplius) (4,31%); Bivalvia (véliger) (4,17%); *Favella* sp. (4,02%); Chaetognatha (outros) (3,56%); *Brachionus*

plicatilis (3,36%); *Oithona oswaldocruzi* (macho) (3,34%); Teleostei (ovos) (3,30%) que contribuíram com 30,70% de dissimilaridade entre as marés para essa comunidade.

Para a comunidade do mesozooplâncton, os organismos que contribuíram para a similaridade da maré de quadratura foram *Oithona oswaldocruzi* (11,04%); Cirripedia (nauplius) (8,59%); *Oithona oswaldocruzi* (macho) (7,39); Siphonophora (5,94%); *Oithona hebes* (macho) (5,90%); *Sagitta tenuis* (5,42%); *Oithona* (copepodito) (5,16%) e *Parvocalanus crassirostris* (fêmea) (4,89%), todos esses organismos juntos contribuíram com 54,33% de similaridade. Enquanto que para a maré de Sizígia foram: Cirripedia (nauplius) (7,41%); *Oikopleura* sp. (7,02%); Decapoda (Zoea Brachyura) (6,66%); *Sagitta tenuis* (6,29%); *Acartia lilljeborgi* (copepodito) (5,86%); Siphonophora (5,59%); *Oithona oswaldocruzi* (fêmea) (5,58%); Cirripedia (cypris) (5,38%) e *Dioithona oculata* (macho) (5,13%), todos esses organismos juntos contribuíram com 54,92 % de similaridade.

Quanto à dissimilaridade os taxa da comunidade do mesozooplâncton contribuíram com 46,59 % de dissimilaridade média para o fator maré, sendo representados principalmente por *Oithona oswaldocruzi* (macho) (4,92%); *Oithona hebes* (macho) (3,86%); Decapoda (Zoea Brachyura) (3,79%); *Oithona hebes* (fêmea) (3,70%); *Oithona oswaldocruzi* (fêmea) (3,70%); Appendicularia (3,09%); *Dioithona oculata* (macho) (2,99%); *Dioithona oculata* (fêmea) (2,94%); *Acartia lilljeborgi* (macho) (2,73%) que contribuíram com 31,74 % de dissimilaridade entre as marés para essa comunidade.

6.2.6.3. Análise de componentes principais

A análise dos componentes principais do estuário da Bacia do Pina para a comunidade do mesozooplâncton foi realizada para os taxa com maior densidade e evidenciou para as duas primeiras componentes uma variação cumulativa de 56,12%. A primeira componente explicou 36,25% da variação dos dados e correlacionou diretamente a densidade de Siphonophora, *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia lilljeborgi*, Zoea de Brachyura e *Oikopleura* sp. e estes estiveram correlacionados inversamente com a clorofila *a*. A componente 2 explicou 19,87% da variação dos dados e correlacionou inversamente a densidade de *Dioithona oculata* com a salinidade (Tabela 8).

Tabela 8: Análise dos Componentes Principais dos parâmetros bióticos e abióticos do estuário da Bacia do Pina, Pernambuco Brasil de março e abril de 2013. Correlação momento produto de Pearson.

Parâmetros	Abrev.no gráfico	Componente 1 36,25%	Componente 2 19,87%
Siphonofora	Sipho	0,8404	0,3221
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	Pcras	0,8432	-0,2834
<i>Temora turbinata</i>	Ttur	0,3279	-0,3100
<i>Acartia lilljeborgi</i>	Alill	0,7519	-0,5175
<i>Dioithona oculata</i>	Oocu	0,1255	0,8439
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	Oosw	0,6193	0,0148
<i>Oithona</i> - copepodito	Oitcope	0,6817	0,1841
Cirripedia (náuplios)	Cirn	0,6120	-0,0131
Zoea de Brachyura	Bzoea	0,7452	0,2725
<i>Sagitta tenuis</i>	Sten	0,6437	0,3748
<i>Oikopleura</i> sp.	Oiksp	0,8774	0,3493
Profundidade	P	0,3036	-0,6059
Temperatura	T	-0,0135	0,3592
Salinidade	S	0,3584	-0,8022
Oxigênio dissolvido	OD	-0,2369	-0,0779
Clorofila <i>a</i>	Cla	-0,3233	0,2061

A figura 25 apresenta a projeção bi-dimensional e evidencia dois conjuntos: ambos no lado direito. O primeiro no quadrante inferior indica a grande influência marinha na área e o segundo no quadrante direito superior mostra a pouca influência dos fatores abióticos utilizados sobre a densidade de Siphonofora, Zoea de Brachyura, *Oikopleura* sp.

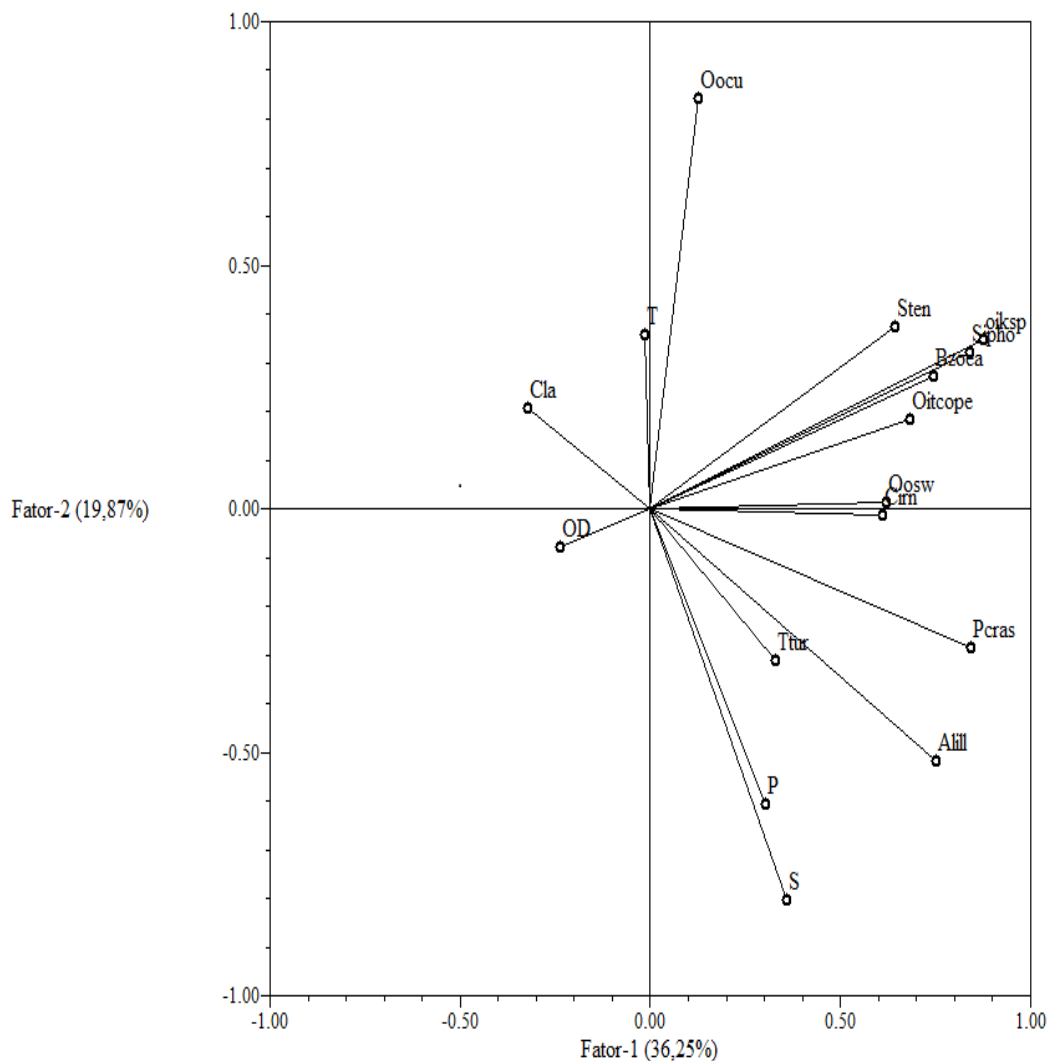


Figura 25: Projeção no espaço bidimensional dos componentes dos principais parâmetros bióticos e abióticos do mesozooplâncton e amostras de zooplâncton do estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil) em março e abril 2013.

A análise dos componentes principais para a comunidade do microzooplâncton foi realizada para os taxa com maior densidade e evidenciou para as duas primeiras componentes uma variação cumulativa de 49,77%. A primeira componente explicou 32,53% da variação dos dados e correlacionou diretamente a densidade de *Brachionus plicatilis*, *Favella* sp. Polychaeta (larva) e *Parvocalanus crassirostris*, e estes estiveram correlacionados inversamente com a temperatura e salinidade. A componente 2 explicou 17,54% da variação dos dados e correlacionou inversamente a densidade de *P. crassirostris*, *Favella* sp. e Bivalvia com a clorofila-*a* e diretamente com a salinidade (Tabela 9).

A figura 26 apresenta a projeção bi-dimensional e evidencia dois conjuntos: ambos no lado direito. O primeiro no quadrante inferior indica a influência da clorofila *a* na área e o

segundo no quadrante direito superior mostra a pouca influência dos fatores abióticos utilizados sobre a densidade de *Favella* sp. *P. crassirostris* e *Bivalvia*.

Tabela 9: Análise dos Componentes Principais dos parâmetros bióticos e abióticos do estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil), de março e abril de 2013. Correlação momento produto de Pearson.

Parâmetros	Abrev.no gráfico	Componente 1 32,53%	Componente 2 17,54%
<i>Brachionus plicatilis</i>	Bpli	0,7226	- 0,2344
<i>Favella</i> sp.	Fav	0,8228	0,4214
Polychaeta (larva)	Poll	0,8029	-0,3284
Bivalvia (véliger)	Biv	0,5891	0,4399
<i>P. crassirostris</i>	Pcras	0,8425	0,4396
<i>Oithona hebes</i>	Oheb	0,4206	0,1183
<i>Dioithona oculata</i>	Oocu	-0,1331	0,2003
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	Oosv	0,5117	0,0421
Copepoda (náuplios)	Copn	0,1926	0,1719
Profundidade	P	0,0089	0,5941
Temperatura	T	-0,2802	-0,1537
Salinidade	S	-0,3541	0,7424
Oxigênio dissolvido	OD	0,2099	-0,1554
Clorofila <i>a</i>	Cla	0,7583	-0,4931

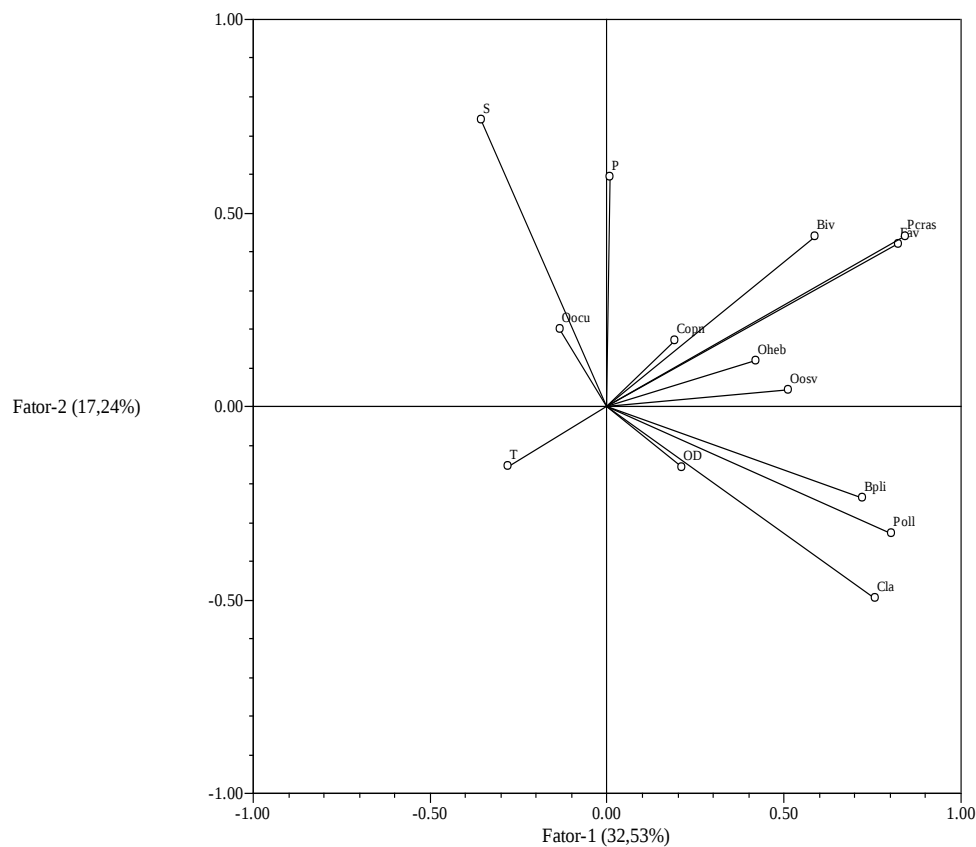


Figura 26. Projeção no espaço bidimensional dos componentes dos principais parâmetros bióticos e abióticos do microzooplâncton e amostras de zooplâncton do estuário da Bacia do Pina (PE, Brasil) em março e abril 2013.

6.3. Produção secundária de Copepoda

As espécies consideradas para as estimativas de produção foram aquelas que apresentaram maiores densidades nas duas comunidades: *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *Dioithona oculata*, *Acartia lilljeborgi* e *Parvocalanus crassirostris*. Em termos de produção total (considerando a produção das 5 espécies), as taxas mais altas ocorreram durante a quadratura ($10,07 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ para a comunidade do microzooplâncton; $6,1 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ para o mesozooplâncton) (Fig. 27).

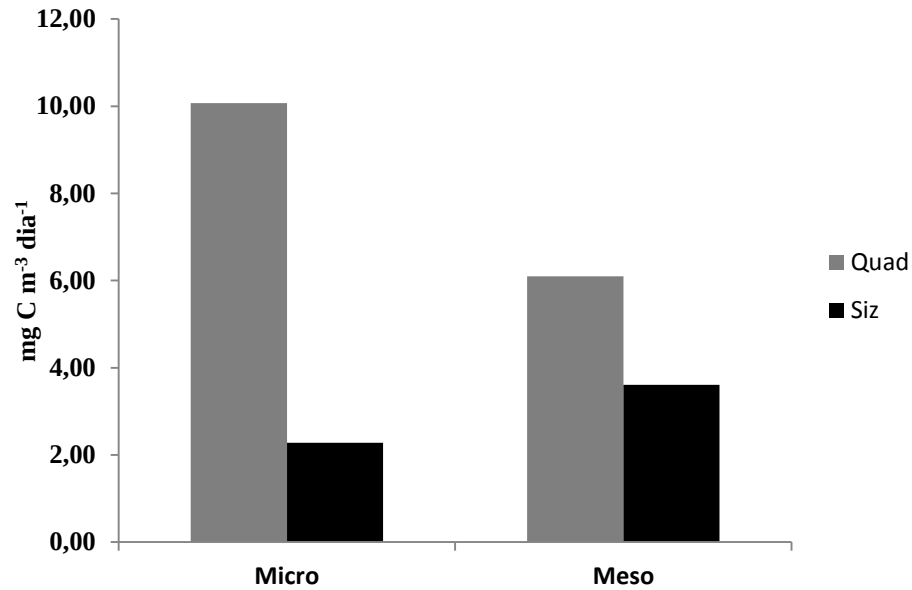


Figura 27. Produção total das espécies com maiores densidades do micro (Micro) e do mesozooplâncton (Meso) da Bacia do Pina, em $\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$, nas marés de quadratura (Quad) e sizígia (Siz), em março e abril de 2013.

A produção total média para o microzooplâncton foi $2,01 \pm 4,13 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ durante a quadratura e $0,46 \pm 0,5 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ na sizígia (Fig. 28a). Já para a comunidade mesozooplânctônica a produção total média variou de $1,22 \pm 0,5 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ na quadratura a $0,72 \pm 0,5 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ durante a sizígia (Fig. 28b).

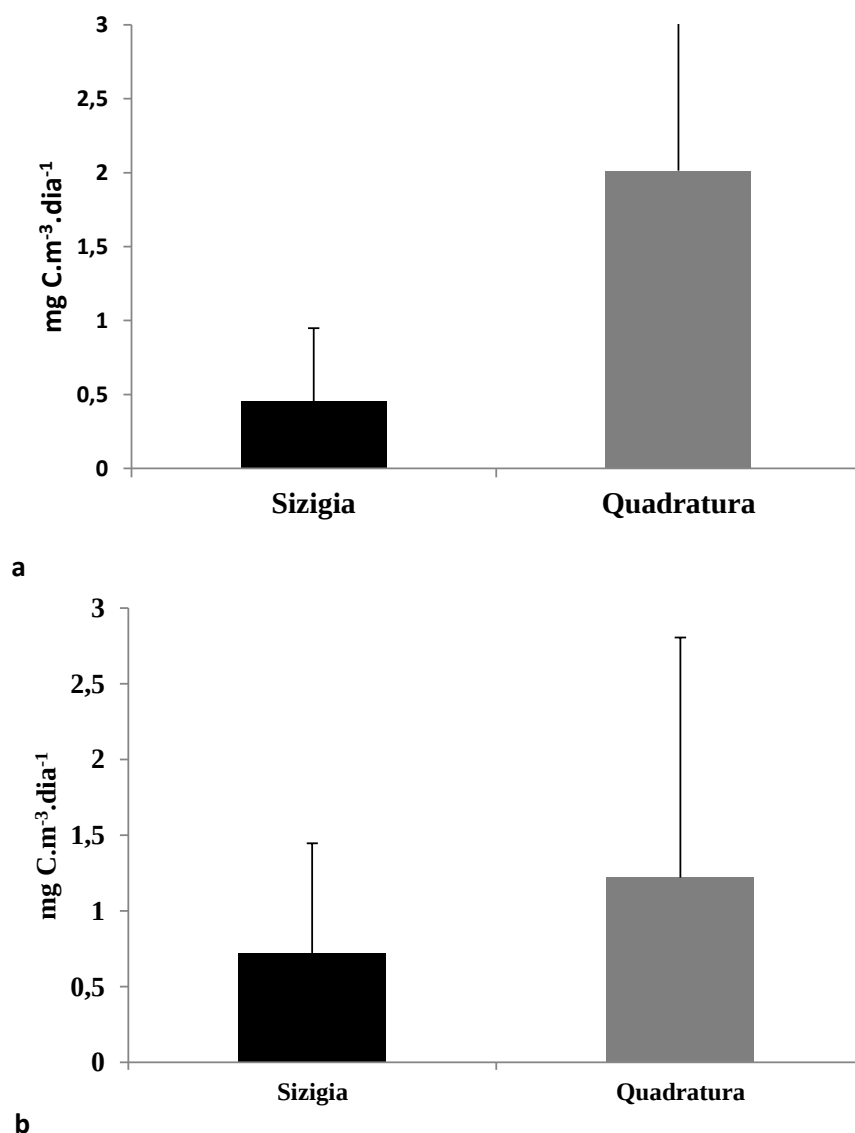


Figura 28: Produção total média das espécies com maiores densidades do micro (a) e do mesozooplâncton (b) da Bacia do Pina, nas marés de Quadratura e Sizígia, em março e abril de 2013.

Levando em consideração a produção por espécie, *O. oswaldocruzi* apresentou sempre valores mais elevados, tanto para a comunidade do micro ($9,4 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$), quanto para a do mesozooplâncton ($3,93 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$), sobretudo durante a quadratura (Figs. 29 e 30).

Para o microzooplâncton, de modo geral, a maioria das espécies obteve maior produção durante a quadratura, com exceção de *Dioithona oculata* e *P. crassirostris*, cujo maiores valores ocorreram na sizígia ($0,67$ e $0,10 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente) (Fig. 29; Tabela 9).

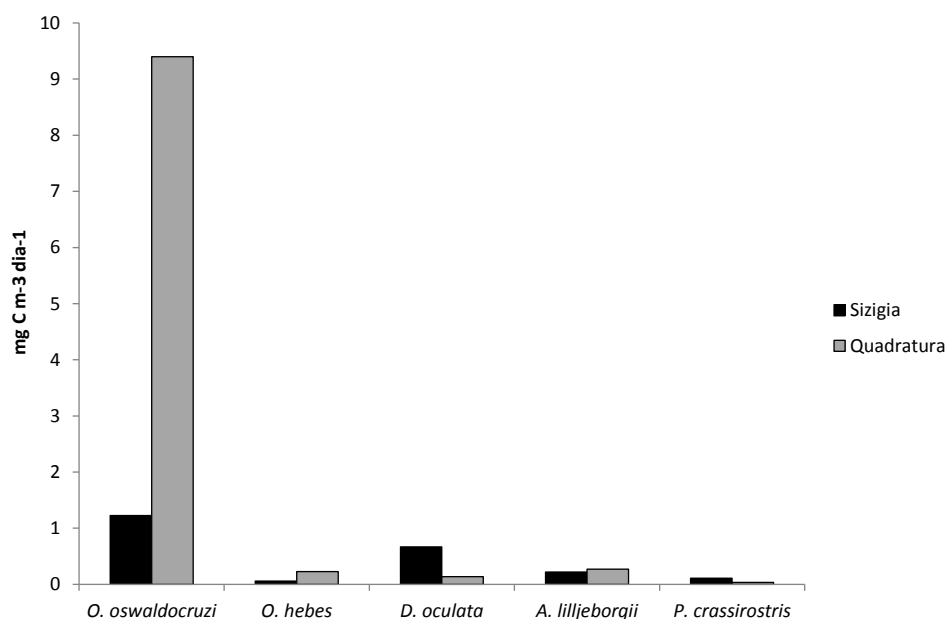


Figura 29: Produção total ($\text{mg C} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$) das principais espécies de Copepoda da comunidade do microzooplâncton da Bacia do Pina, nas marés de Quadratura e Sízigia, em março e abril de 2013.

A maior contribuição para a produção na comunidade mesozooplancônica também veio de *O. oswaldocruzi* ($3,93 \text{ mg C}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$), seguida por *A. lilljeborgii* na sizígia ($1,99 \text{ mg C}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$), *O. hebes* na quadratura ($1,22 \text{ mg C}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$), *Dioithona oculata* e *P. crassirostris* durante a sizígia ($0,51 \text{ mg C}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$ e $0,37 \text{ mg C}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente) (Fig. 30 e Tabela 10).

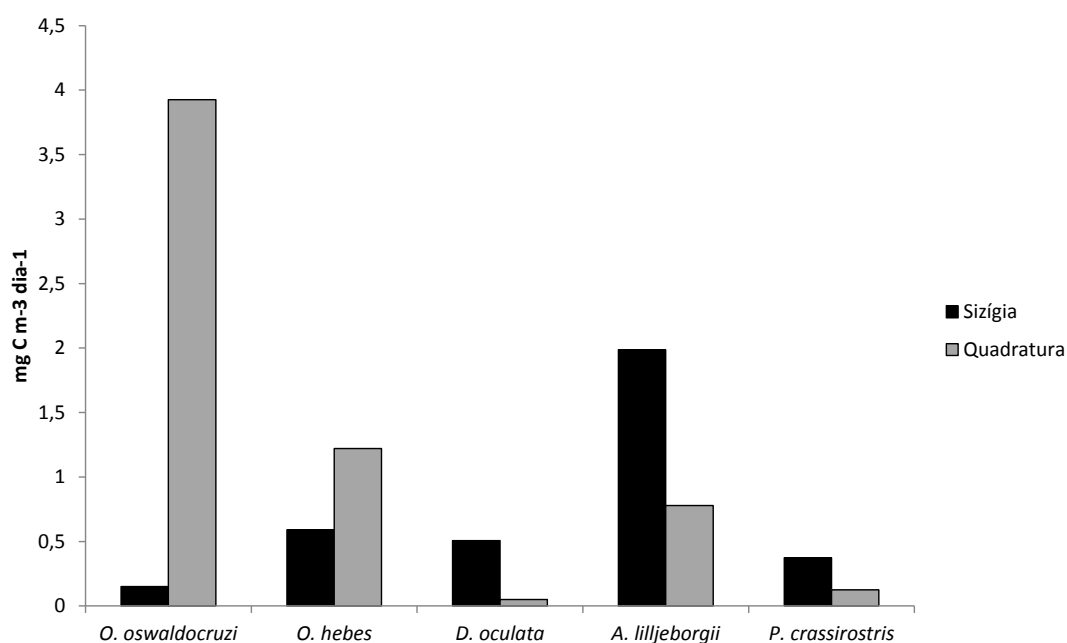


Figura 30: Produção total ($\text{mg C} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$) das principais espécies de Copepoda da comunidade do mesozooplâncton da Bacia do Pina, nas marés de Quadratura e Sízigia, em março e abril de 2013.

Tabela 10: Biomassa e Produção totais das principais espécies de Copepoda do micro e do mesozooplâncton da Bacia do Pina, nas marés de Quadratura e Sizígia, em março e abril de 2013 (Quad = Quadratura; Siz = Sizígia).

	Biomassa (mgC.m ⁻³)				Produção (mgC.m ⁻³ .dia ⁻¹)			
	Microzooplâncton		Mesozooplâncton		Microzooplâncton		Mesozooplâncton	
Espécies	Quad	Siz	Quad	Siz	Quad	Siz	Quad	Siz
<i>O. oswaldocruzi</i>	90,98	6,99	33,91	0,85	9,4	1,23	3,93	0,15
<i>O. hebes</i>	2,16	0,34	11,19	3,21	0,23	0,06	1,22	0,59
<i>D. oculata</i>	1,3	3,44	0,47	3,84	0,14	0,67	0,05	0,51
<i>A. lilljeborgi</i>	2,36	1,23	6,33	10,83	0,27	0,22	0,78	1,99
<i>P. crassirostris</i>	0,31	0,65	1,08	2,05	0,03	0,11	0,13	0,37
Total	97,11	12,65	52,98	20,78	10,07	2,29	2,18	3,46

6.4. Experimento com os cistos de resistência

Das amostras de sedimento coletadas, foram obtidos 72 cistos. Ao longo de 4 meses de experimento não eclodiu nenhum desses, portanto não foi possível constatar se realmente eram de Copepoda e se eram, de quais espécies pertenciam.

7. DISCUSSÃO

Os fatores abióticos refletem diretamente na composição da fauna no ambiente estuarino, assim como podem estar relacionados com a presença ou ausência de determinados organismos durante as fases de maré.

A temperatura pode agir diretamente sobre a periodicidade e a distribuição dos organismos aquáticos, assumindo grande importância na produtividade biológica da água, como também ser limitante na distribuição geográfica de muitas espécies de vegetais e animais (SIPAÚBA-TAVARES, 1998). Variações diurnas de temperatura são maiores em ambientes estuarinos que em águas costeiras e oceânicas, principalmente se o estuário é pouco profundo e grande parte do substrato fica exposto (TUNDISI, 1970). As variações desse parâmetro durante as fases de maré na Bacia do Pina esteve entre uma média de 27,9°C na vazante de quadratura e 30,4°C na baixa-mar de sizígia.

Considerando os resultados obtidos referente à saturação do oxigênio, ocorreram algumas oscilações quanto as fases de maré. No geral verificou-se que em sizígia os valores estiveram abaixo ou excederam pouco a 50% demonstrando comprometimento da área em relação a este parâmetro. Os dados estão coerentes com os resultados obtidos por Feitosa (1988) para o mesmo local de estudo. Este autor obteve índices de saturação que variaram desde zona supersaturada (verificada no presente estudo nas fases de maré no regime de quadratura) até zona poluída, incluindo nesse estudo tanto a influência da baixa-mar quanto da preamar. Segundo Chamixaes (1984), os baixos teores de saturação do oxigênio comprometem seriamente todos os níveis tróficos do ecossistema.

Em ambientes estuarinos um dos parâmetros fundamentais para o desenvolvimento de uma comunidade é a salinidade, tornando-se um fator condicionante para o estabelecimento das espécies, visto que este parâmetro pode oscilar consideravelmente em função da maré e os organismos que habitam estas áreas precisam estar adaptados às periódicas mudanças salinas. No presente estudo a variação da salinidade na área estuarina da Bacia do Pina apresentaram uma estreita dependência do ciclo de marés variando entre os valores médios de 25 (baixa-mar de sizígia e quadratura) e 35,5 em vazante de sizígia. Segundo FEITOSA et al., 1999 a salinidade é um fator que influencia a distribuição dos organismos, podendo ser considerada como uma barreira ecológica para as espécies conhecidas como estenohalinas.

Em relação à clorofila *a*, esta se apresentou mais baixa na preamar e vazante de sizígia. De um modo geral a biomassa apresentou seus maiores valores em quadratura, no entanto, os valores verificados para ambos os regimes (quadratura e sizígia) estiveram bem abaixo dos

verificados por Nascimento et al. (2000), que realizaram um estudo sobre disponibilidade nutricional da Bacia do Pina e rio Tejiptio em relação aos nutrientes e biomassa primária. Costa (1991) comentou que a variação da clorofila-*a* é um reflexo da distribuição quantitativa do fitoplâncton sendo influenciada pelas características nutricionais das diferentes massas d'água.

Os estuários são considerados ambientes de grande variabilidade de seus componentes ambientais, o que os torna locais altamente seletivos para fauna e flora. Em função disto, o zooplâncton de baías e estuários caracteriza-se pela dominância numérica de uma ou poucas espécies que apresentam altas taxas de abundância (KIMMERER & MCKINNON, 1987 a e b).

A tendência chave do zooplâncton foi de apresentar uma comunidade. No estuário da Bacia do Pina foi verificado o domínio quantitativo dos Copepoda, onde *Oithona oswaldocruzi* apresentou altos valores de abundância relativa em regime de sizígia tanto na comunidade do microzooplâncton (87,4%) como na do mesozooplâncton (42,83%). Essa espécie é classificada como euritêmica e eurialina, tendo sua distribuição mais frequente em águas costeiras e estuarinas (BJÖRNBERG, 1981).

Quando analisado a frequência de ocorrência das espécies de Copepoda do mesozooplâncton com relação aos regimes de marés investigados verificou-se que na maré de sizígia as espécies de Copepoda, que se destacaram com frequência > 70% foram: *Oithona oswaldocruzi*, *Temora turbinata*, *Acartia lilljeborgi*, *Dioithona oculata* e *Parvocalanus crassirostris*, já na maré de quadratura as espécies muito frequentes foram: *Oithona oswaldocruzi*, *Oithona hebes*, *Acartia lilljeborgi*, *Parvocalanus crassirostris*, *Dioithona oculata*, *Temora turbinata* e *Euterpina acutifrons*. Na comunidade do microzooplâncton as espécies de Copepoda com frequência de ocorrência > 70% em sizígia foram: *Dioithona oculata*, *Oithona oswaldocruzi*, *Temora turbinata*, *Oithona hebes* e *Parvocalanus crassirostris*. Já em condições de quadratura *Oithona oswaldocruzi*, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*, *Parvocalanus crassirostris* e *Acartia lilljeborgi*.

No Estado de Pernambuco, o predomínio de Copepoda em áreas estuarinas foi confirmado por Paranaguá & Nascimento (1973), Paranaguá et al. (1979, 2000), Paranaguá & Koenig (1980), Nascimento (1980), Nascimento & Paranaguá (1981), Paranaguá & Nascimento-Vieira (1984), Porto Neto et al. (2000), Neumann-Leitão et al. (2003), Silva et al. (2003), para a área estuarina de Itamaracá; Paranaguá (1985/1986), Silva et al. (2004), para a área estuarina de Suape (Ipojuca, litoral sul); Santana-Barreto & Santos (1984) e Nascimento-Vieira & Sant'anna (1987/1989), para o estuário do rio Timbó (Pulista, litoral norte); Paranaguá et al. (1990), Silva et al. (1994) para o estuário do rio Capibaribe (Recife); Nascimento-Vieira et al. (1988) e Sant'Anna (1993) para a área estuarina da bacia do Pina (Recife); Santana-Barreto et

al. (1991) e Neumann-Leitão et al. (1993) para o estuário do rio Formoso (Rio Formoso, litoral sul). Numa síntese sobre o zooplâncton estuarino de Pernambuco, Nascimento-Vieira et al. (1984) e Neumann-Leitão (1995) concluíram que Copepoda é o grupo dominante na maioria dos estuários pernambucanos, destacando-se as espécies *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia lilljeborgi*, *Oithona hebes*, *Oithona oswaldocruzi* e *Euterpina acutifrons*, corroborando os resultados desta pesquisa.

Acartia lilljeborgi, espécie geralmente dominante no estuário da Bacia do Pina é indicadora de águas costeiras (BJÖRNBERG, 1963, 1981), encontrada em áreas estuarinas, com centro de dispersão em salinidades maiores (MATSUMURA-TUNDISI, 1972; ARA, 2001d). Foi encontrada em águas interiores da região estuarina de Cananéia por Teixeira et al. (1965) indicando sua ampla tolerância às variações de salinidade. Foi registrada em quase todos os estuários do Brasil (NEUMANN-LEITÃO, 1995). Normalmente os Copepoda do gênero *Acartia* dominam a biomassa em grande parte das baías, lagunas e estuários (SILVA et al., 2004; AZEITEIRO et al., 2005; LEANDRO et al., 2007), apresentando grande importância em áreas estuarinas tropicais e subtropicais do Atlântico e também de regiões temperadas (BJÖRNBERG, 1981; MAUCLINE, 1998).

Parvocalanus crassirostris, freqüente nos estuários estudados, é uma espécie de grande tolerância à salinidade e temperatura, encontrada em diversas partes do mundo, porém limitada às águas costeiras de regiões tropicais e subtropicais (MATSUMURA-TUNDISI, 1972; BJÖRNBERG, 1981), sendo o copépodo mais comumente citado em águas costeiras e estuarinas do Brasil, com exceção da lagoa dos Patos (MONTÚ, 1980). Esta espécie se alimenta significativamente de picoplâncton e nanoplâncton e se alimenta de forma oportunista de partículas, mostrando maior taxa de consumo nas células mais abundantes (2-5 µm nanoplâncton) (CALBET et al., 2000), sendo geralmente uma espécie que domina em ecossistemas eutróficos.

Temora turbinata é uma espécie não ocorria no nordeste do Brasil antes de 1993 (ARAÚJO & MONTÚ, 1993) e agora domina em várias áreas costeiras e estuários do Brasil. Trata-se de uma espécie exótica que deve ter sido trazida em água de lastro nos portos do Recife e/ou Suape (PE). Em Suape esta espécie foi bastante representativa (SILVA et al., 2004) e em um estudo realizado por Neumann-Leitão (2010) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho (Itamaracá), apresentou altas densidades e foi o segundo Copepoda mais importante no estuário do rio Carrapicho. Esta espécie parece estar eliminando ou afastando em direção às regiões mais afastadas e oceânicas, por competição, a cogenérica nativa *Temora stylifera*, antigamente bastante comum em áreas costeiras e estuarinas do Brasil.

Oitnona hebes é também muito comum em outras águas estuarinas, sendo indicadora de áreas com manguezais, ocorrendo frequentemente associada à *Oithona oswaldocruzi* (BJÖRNBERG, 1981). No presente estudo, esteve associada também a *Oithona nana*. Muitos dos espécimens de Oithonidae estavam no estágio jovem, sendo difícil a identificação da espécie, tendo sido agrupados como *Oithona* spp., provavelmente incluído nestes, exemplares das três espécies acima mencionadas.

Oithona oswaldocruzi é bem característica de ambientes estuarinos, considerada espécie estuarino marinha, sendo encontrada em uma ampla faixa de salinidade. Certamente tem mais afinidade pelos setores mesohalinos e polihalinos do estuário, uma vez que a abundância desta espécie é menor em salinidades maiores que 25, sugerindo que suas populações são mantidas basicamente por recrutamento local (LOPES et al. 1998).

Dioithona oculata é uma espécie nativa do Indo-Pacífico, porém expandiu sua faixa de distribuição ao Atlântico. Sua expansão no Atlântico inclui o Cabo da Boa Esperança na África do Sul, Brasil, Colômbia, Belize, o Caribe, Jamaica e o Golfo do México. Esta espécie forma “manchas” constituídas de densas agregações de indivíduos e têm sido observados em águas rasas sobre o fundo de areia, sobre algas em áreas recifais ou em costões rochosos, e também formam agregados na água entre as raízes de manguezais (BUSKEY, 2003; RAZOULS et al., 2014). A agregação desta espécie pode prover maior oportunidade de reprodução, reduzir a chance de dispersão involuntária pelas correntes e proteger da predação (BUSKEY, 1998). De fato, existem poucos peixes planctívoros que se alimenta deste copépode entre as raízes de mangue e o principal predador é a medusa *Tripedalia cystophora* (BUSKEY, 2003).

Quanto à *Euterpina acutifrons*, trata-se de espécie típica desde a região costeira até o interior do estuário, de ampla distribuição geográfica e que pode apresentar abundâncias elevadas (BJÖRNBERG, 1963; MONTÚ & GLOEDEN, 1986). Ocorre durante todo o ano, porém com predomínio expressivo em determinadas épocas (MATSUMURA-TUNDISI, 1972), tendo sido citada em quase todos os estuários brasileiros. Juntamente com *O. oswaldocruzi*, é considerada uma espécie residente da Bacia do Pina, estando presente não apenas pelo transporte passivo das correntes de maré, como também em função da reprodução na área (ESKINAZI-SANT’ANNA, 2000).

Atividades antropogênicas tais como eutrofização costeira podem causar a substituição de grandes por pequenas espécies de Copepoda. Estudos realizados na década de 40 em áreas costeiras do Japão (YAMAZI, 1955) mostraram que áreas saudáveis apresentavam como representantes do zooplâncton espécies dos gêneros *Acartia*, *Paracalanus* e *Microsetella*, mas com o passar do tempo e maior eutrofização houve aumento significativo de *Oithona*. Uye

(1994) sugeriu que esta mudança na estrutura da comunidade de Copepoda poderia estar relacionada ao declínio de peixes zooplantívoros e aumento em ctenóforos e medusas. Certas espécies destes dois grupos são predadores altamente significativos de Copepoda (BALLARD & MYERS, 1996) e de larvas de Bivalvia (BALLARD & MYERS, 1997). Em alguns meses (geralmente setembro a novembro), foram registradas a ocorrência em grandes densidades de ctenóforos *Mnemiopsis leidyi* no estuário da Baía do Pina (DIAZ, comunicação pessoal).

A dominância dos copépodes ciclopóides em grande parte dos ambientes marinhos é relacionada, de acordo com alguns autores, à sua plasticidade alimentar, às suas baixas taxas de ingestão, mortalidade e metabolismo, o que torna suas populações mais estáveis (TEMPERONI et al., 2011; GALLIENE & ROBINS, 2001; PAFFENHÖFER, 1993). Em mares temperados também foi observada a dominância de oithonídeos (NIELSEN & SABATINI, 1996). Esses copépodes são ciclopóides de vida livre com o maior sucesso em ecossistemas marinhos epipelágicos. Ocorrem em todos os oceanos com densidades numericamente altas (NISHIDA, 1985). Embora sejam abundantes e exerçam papel central na cadeia trófica marinha, as informações são escassas quando comparadas aos calanóides. Historicamente esses organismos foram subestimados devido ao uso de redes com malhas maiores do que 200 μm . Estudos mais recentes demonstram que quando utilizadas malhas mais finas, a abundância e às vezes até mesmo a biomassa podem exceder a de copépodes maiores (CALBET, 2001; DI MAURO, 2009).

O uso de diferentes malhas no estudo do zooplâncton é de fundamental importância em pesquisas com abordagens ecológicas dessas comunidades pelágicas. As maiores densidades de organismos na malha de 64 μm não foi um padrão observado em alguns estudos como o de Favareto et al. (2009), que não observaram diferenças na densidade de organismos entre as malhas de 64 μm e 200 μm .

Favareto et al. (2009), em um estudo da comunidade zooplancônica de um complexo estuarino no sul do Brasil, utilizando malhas de 64 e 200 μm na coleta, registraram que a escolha no uso de diferentes malhas de rede na captura de organismos zooplancônicos estão relacionados com os diferentes objetivos de pesquisa, tendo em vista que os organismos de diferentes tamanhos podem apresentar características ecológicas distintas. Os registros desses autores, no tocante à descrição dos organismos encontrados em um estuário, no Paraná, destacaram *Oithona hebes* como uma das espécies mais abundantes. Esse resultado corroborou com os nossos achados. Entretanto, a presente pesquisa registrou uma alta frequência de ocorrência dessa espécie na malha de 64 μm , em detrimento da malha de 200 μm , embora

Favareto et al. (2009) também tenham registrado altas frequências dessa mesma espécie na malha de 200 µm.

A análise de agrupamento (similaridade) com a densidade entre os táxons do microzooplâncton verificou a formação de três grupos principais. O grupo 1 foi constituído em geral por organismos residentes do estuário e que apresentaram maiores valores de densidade durante as marés de quadratura, como *O. oswaldocruzi*, *O. hebes*, *A. lillgeborgi*, *B. plicatilis*, *Favella* sp., *Bivalvia* (véliger), *P. crassirostris*, entre outros. Um estudo sobre a composição e a distribuição do zooplâncton na Bacia do Pina, também caracterizou as espécies *O. oswaldocruzi*, *O. hebes*, como residentes (ESKINAZI-SANTANA & TUNDISI, 1996). Estudos realizados por (OHMAN, 1990) mostram que algumas espécies do gênero *Oithona* não apresentam comportamento migratório, adotando estratégias de manutenção na camada superficial da coluna d'água. O segundo grupo associou principalmente formas juvenis de Copepoda, *Tigriopus* sp. e “Harpacticoida não identificado”, *Sagitta* sp., *Oikopleura* sp., Hydromedusae e outros, representando organismos estuarinos e costeiros. Ambos os grupos reuniram organismos cuja maioria é de origem marinha, caracterizado principalmente pelas interações tróficas entre seus constituintes.

A maior densidade de organismos encontradas na maré de quadratura já foi observada em outros estudos. Na baía de Guanabara (Rio de Janeiro) a maior densidade de organismos ocorreu durante a maré de quadratura, com valores equivalentes aos encontrados por Machado (2002), no mesmo período. Nesse período da maré, de menor amplitude, os fluxos são de menor intensidade, diminuindo assim a velocidade de troca com o oceano e facilitando a permanência in loco das populações (MAGALHÃES, 2006).

Uma curiosidade no presente estudo foi que a maioria dos Copepoda identificados era fêmea. Os copépodes machos, em geral, são menos tolerantes aos estresses ambientais e vivem um período mais curto do que as fêmeas (MARSHALL & ORR, 1972). Outro fato que merece ser evidenciado é a presença do copépode *Pseudodiaptomus trihamatus*, uma espécie que foi introduzida no Brasil através de lotes de camarões trazidos das Filipinas, sendo registrado pela primeira vez no estado de Pernambuco em 2009, nas proximidades da Bacia do Pina, na área do Parque dos Manguezais. Naquela ocasião, as densidades foram baixas (1-13 ind.10m⁻³), indicando uma recente invasão (SANTOS et al., 2009b). Após esse estudo até a presente pesquisa, a espécie não havia mais sido registrada nessa região. Nós encontramos densidades mais altas, variando de 9 a 167 ind.m⁻³.

Existem algumas metodologias alternativas disponíveis para estimar a produção secundária de copépode. Além dos valores para a biomassa, todos eles também exigem a

determinação das taxas de crescimento. Taxas de crescimento de copépodes podem ser determinadas a partir de amostras preservadas, informações demográficas, medições directas de crescimento somático ou taxas de reprodução, ou tiradas de modelos baseados em taxas fisiológicas (HUNTLEY & BOYD, 1994), temperatura (HUNTLEY & LOPEZ, 1992), ou temperatura e peso do corpo (HIRST & SHEADER, 1997; HIRST & LAMPITT, 1998), e temperatura, peso do corpo e concentração de clorofila-a (HIRST & BUNKER, 2003).

Nós decidimos utilizar o modelo de crescimento definido por Hirst & Bunker (2003), para as estimativas das taxas de produção de copépodes da Bacia do Pina, devido principalmente à escassez de informações mais detalhadas. Além disso, quando comparados os resultados obtidos com os dois modelos, torna-se evidente que a aplicação do modelo de Huntley & Lopez frequentemente mostram valores superiores ao modelo de Hirst & Bunker. No primeiro caso (Huntley & Lopez) é levada em consideração apenas a temperatura, não se assume que o crescimento do copépode pode ser limitado pelo suprimento de alimento durante alguns períodos do ano (BURKILL & KENDALL, 1982; KIMMERER & MCKINNON, 1987a; PETERSON *et al.* 1991).

Por outro lado, no modelo de Hirst & Bunker, há a inclusão de um descritor de alimento (clorofila *a*). Além disso, o modelo de Huntley & Lopez tende a superestimar as taxas de crescimento (KLEPPEL *et al.* 1996). Como apontado por Hirst & Sheader (1997), tal superestimação é justificada pelo fato de que taxas de crescimento são obtidas a partir de várias gerações em campo, o que pode ser tendencioso, uma vez que coortes podem crescer de forma assíncrona e indivíduos de crescimento lentos podem ter maiores taxas (LOPEZ, 1991). Eles podem também ser influenciados quando picos em abundância são usados para acompanhar o crescimento, sendo que estes picos são causados por indivíduos que se desenvolvem otimamente (CARLOTTI & NIVAL, 1991).

Embora as taxas de produção sejam diferentes dependendo do método aplicado, foram semelhantes às taxas obtidas para as comunidades de copépode em águas costeiras temperadas. Por exemplo, a produção de crustáceos em Westerschelde (Holanda) foi estimada em cerca de $4 \text{ mgC.m}^{-3}\text{d}^{-1}$ (ESCARAVAGE & SOETAERT, 1995), em Kattegat (Dinamarca) em $1,18 \text{ mgC.m}^{-3}\text{d}^{-1}$ (KIORBOE & NIELSEN, 1994) e para o mar interior do Japão, obteve-se um valor de $6,85 \text{ mgC.m}^{-3}\text{d}^{-1}$ (UYE & LIANG, 1998). A produção das populações de copépode dominante (*Acartia* spp.) do Mondego foi estimada como $0,36 \text{ mgC.m}^{-3}\text{d}^{-1}$, que é cerca de 10 vezes menor do que a estimativa para a Ria de Aveiro, em Portugal. Esta diferença é certamente devido ao uso da análise de coorte para os cálculos feitos para o estuário do Mondego (Portugal), que é uma

metodologia inadequada quando os copépodes exibem taxas de crescimento elevadas e tempos curtos de gerações (KIMMERER, 1987; ESCARAVAGE & SOETAERT, 1995).

De uma forma geral, parece que na maioria dos estuários tropicais e subtropicais a maior abundância quantitativa e biomassa ocorrem durante ou logo após as chuvas, sendo que o presente estudo foi realizado no início do período chuvoso (março/abril). Por outro lado, dependendo dos fatores predominantes, um mesmo estuário pode apresentar épocas alternadas de maior riqueza, como é o caso dos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, onde maiores densidades e biomassas ocorreram no período seco (NEUMANN-LEITÃO, 2010). Segundo Nordi (1982) a causa da menor abundância do zooplâncton no período chuvoso, no nordeste do Brasil se deve às chuvas repentinas e pesadas que diminuem a salinidade provocando morte e fuga dos organismos, a partir de migrações verticais associadas ao regime de marés (ver, dentre outros, SCHWAMBORN et al., 2006).

No presente estudo *Oithona oswaldocruzi* contribuiu com maior produção em ambas frações do plâncton na maré de quadratura e na sizígia do microzooplâncton, enquanto *Acartia lilljeborgi* predominou na fração do mesozooplâncton durante a maré de sizígia. *A. lilljeborgi* contribuiu no mesozooplâncton com a maior proporção de biomassa nos estuários do Botafogo (55%) e Carrapicho (56%) ao norte de Pernambuco (NEUMANN-LEITÃO, 2010). Em estudo realizado por Buskey (1993) no estuário Nueces (Texas, USA), uma espécie congênérica (*Acartia tonsa*) predominou e também contribuiu com cerca de 50% do total do mesozooplâncton. Contudo, Park & Marshall (2000) mencionam que esta contribuição é relativamente pequena quando se considera todas as frações do zooplâncton. Na presente pesquisa foram estudadas as frações do micro e mesozooplâncton, porém o microzooplâncton apresentou uma produção de apenas 1,5 vezes a fração do mesozooplâncton e isto apenas para a maré de quadratura. Quando se considera a maré de sizígia a produção do mesozooplâncton foi um pouco maior.

Estudos realizados por Park & Marshall (2000) sobre a biomassa do micro e do mesozooplâncton em Cheasepeake Bay e no rio Elizabeth (USA) evidenciaram que o microzooplâncton representava mais de 85% da biomassa total e o mesozooplâncton contribuiu com apenas 14,5%. Buskey (1993) encontrou uma maior contribuição da biomassa do microzooplâncton em relação ao mesozooplâncton em um estuário subtropical no Texas. Este autor cita para o mesozooplâncton uma biomassa média variando entre 25 e 46 mg m⁻³. No estudo realizado para Itamaracá por Neumann-Leitão (2010), fazendo-se as devidas conversões, a biomassa para o estuário do rio Botafogo esteve em torno de 32 mg m⁻³ e a do rio Carrapicho 110 mg m⁻³, sendo portanto mais elevadas. Destaca-se que é difícil comparar a biomassa

zooplânctônica devido ao uso de diferentes métodos de amostragens e de estimativa da biomassa. Comparando o presente estudo para a Bacia do Pina, constata-se uma pequena biomassa (entre 2 e 10 mg m⁻³), evidenciando que o ecossistema está grandemente impactado e muitas espécies estão vivendo no limite, quando estresses adicionais causarão possível colapso na comunidade planctônica.

Quando expostos em ambientes com grande concentração de detritos, os copépodes têm sua taxa de alimentação reduzida. Esses detritos podem diminuir a assimilação do fitoplâncton pelos copépodes, através de entupimento da superfície de filtração dos apêndices bucais ou da redução da probabilidade de encontro entre os copépodes e as células fitoplanctônicas. Possivelmente os detritos são metabolizados com menor eficiência do que o fitoplâncton, que possuem maior valor nutritivo, reduzindo assim a produção secundária dos copépodes (CHERVIN, 1978; PEREIRA, 2010).

Pessoa et al. (no prelo) estudando a produção de Copepoda mesozooplanctônicos (coletados com rede 200 µm) neste mesmo estuário em 2008, identificou 28 espécies de Copepoda, dentre as quais *Acartia lilljeborgi*, *Centropages velificatus*, *Oithona hebes*, *Temora turbinata*, *Dioithona oculata*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Parvocalanus crassirostris* e *Corycaeus giesbrechti* contribuíram com 90% da densidade total. A biomassa destes copépodes foi baixa nesta área quando comparada com regiões semelhantes; estas taxas foram perto de taxas em ecossistemas oceânicos oligotróficas, e foi levantada a hipótese de que a baixa produção (em torno de 0,2 mg m⁻³) é consequência da alta carga de poluição recebida pela Bacia do Pina. Somente 30% dos esgotos domésticos da cidade do Recife são tratados, e a maior parte dos não tratados são lançados na Bacia do Pina. De acordo com Schwamborn et al. (2004) ambientes hiper eutróficos tendem a aumentar a densidade de zooplâncton até um certo nível, mas sua produção é limitada devido à diminuição da produção primária pela comunidade fitoplanctônica.

Em relação aos cistos de resistência, a não ocorrência de eclosão de nenhum cisto pode ser explanada de duas formas: ou tratavam-se de cistos de diapausa e não eclodiriam até que completasse sua fase refratária; ou estariam “inviáveis” devido à presença de algum poluente químico no sedimento. Em um estudo na Baía de Xiemen, na China, foram testados os efeitos potenciais da contaminação de hidrocarboneto no sucesso de eclosão de cistos de resistência de Copepoda e verificaram que houve redução da viabilidade (= eclosão) dos cistos (JIANG et al., 2008). Recentemente foi constatada no sedimento do Sistema Estuarino do Rio Capibaribe (em 10 pontos estudados, incluindo a Bacia do Pina) a presença de hidrocarbonetos alifáticos totais, com concentrações acima de 100 µg g⁻¹. De acordo com Volkman et al. (1992), valores a partir dessa concentração, em sedimentos ricos em matéria orgânica, indicam contaminação por

petróleo. Isso sugere que a área estudada estaria recebendo um aporte de petróleo (MACIEL, comunicação pessoal). Essa provável contaminação pode ter reduzido o sucesso de eclosão dos cistos cultivados no presente estudo, indicando que o recrutamento de náuplios para a população pelágica pode ser prejudicado, causando assim possíveis danos à comunidade zooplanctônica local.

.

8. CONCLUSÕES

- A densidade de organismos e as taxas de produção secundária de Copepoda foram superiores para a comunidade do microzooplâncton;
- O Copepoda *Oithona oswaldocruzi* parece ser a espécie que sustenta a área estudada, baseando-se em suas altas densidades e taxas de produção, para as duas comunidades e nos dois períodos (Quadratura e Sizígia);
- *O. oswaldocruzi* é a maior contribuinte para a densidade total de Copepoda, sendo uma das principais constituintes da teia pelágica do sistema estuarino estudado;
- Na Bacia do Pina, constata-se uma pequena produção das espécies de Copepoda com maiores densidades (entre 2 e 10 mg.m⁻³), evidenciando que o ecossistema está grandemente impactado e muitas espécies estão vivendo no limite, quando estresses adicionais causarão possível colapso na comunidade planctônica;
- No período observado (4 meses), os cistos de resistência não se mostraram viáveis, provavelmente por se tratarem de cistos de diapausa e/ou por estarem sob influência da contaminação por petróleo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTSSON, J. & LEONARDSSON, K., 2000. Impact of a burrowing deposit-feeder, *Monoporeia affinis*, on viable zooplankton resting eggs in the northern Baltic Sea. **Marine Biology**, 136: 611-619.
- ALEKSEEV, V.R. & STAROBOGATOV, Y.I. 1996. Types of diapause in Crustacea: definitions, distribution, evolution. **Hydrobiologia**, 320: 15-26.
- ANACLETO, E.I.; GOMES, E.A.T. 2006. Relações tróficas no plâncton em um ambiente estuarino tropical: Lagoa dos Patos (RS), Brasil. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, 1(2): 26-39.
- ANDRADE, G. O. & LINS, R. C. 1971. **Os climas do nordeste**. In: Vasconcelos, J. ed. As regiões naturais do nordeste, o meio e a civilização. Recife, CONDEPE. p.95-138.
- ARA, K. 2001a. Temporal variability and production of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, 453-454: 177-187.
- ARA, K. 2001b. Length-weight relationships and chemical content of the planktonic copepods in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Plankton Biology and Ecology**, 48(2): 121-127.
- ARA, K. 2001c. Daily egg production rate of the planktonic calanoid copepod *Acartia lillgeborgi* Giesbrecht in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, 445: 205-215.
- ARA, K. 2001d. Temporal variability and production of the planktonic copepods in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. II. *Acartia lillgeborgi*. **Plankton Biology and Ecology**, 48(1): 35-45.
- ARA, K., 2002. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, 66(4): 399-406.
- ARA, K., 2004. Temporal variability and production of the planktonic copepod community in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Zoological Studies**, 43(2): 179-186.
- ARAÚJO, H.M.P. & MONTÚ, M. 1993. Novo registro de *Temora turbinata* (Dana, 1849) (Copepoda, Crustacea) para águas atlânticas. **Nauplius**, 1: 89-90.

ARAÚJO, A.M. & PIRES, T.T. 1998. Simulação Exploratória dos Efeitos das Marés na Circulação e Transporte Hidrodinâmicos da Bacia do Pina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 3(3): 57-71.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1990a. NBR 10520: **apresentação de citações em documentos: procedimentos**. Rio de Janeiro, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1990b. NBR 12256: **apresentação de originais**. Rio de Janeiro, 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2000a. NBR 6023: **informação e documentação: referência: elaboração**. Rio de Janeiro, 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2000b. NBR 6023: **referências bibliográficas**. Rio de Janeiro, 22p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1989a. NBR 6024: **numeração progressiva das seções de um documento**. Rio de Janeiro, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1993. NBR 6027: **apresentação de livros: procedimentos**. Rio de Janeiro, 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1989b. NBR 6027: **sumário**. Rio de Janeiro, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1990c. NBR 6028: **resumos**. Rio de Janeiro, 3 p.

AVILA, T.R.; MACHADO, A.A.S.; BIANCHINI, A. 2012. Estimation of zooplankton secondary production in estuarine Waters; Comparison between the enzymatic (chitobiase) method and mathematical models using crustaceans. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 416-417: 144-152.

AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J.G.; GRAY, J.S.; MEYER-REIL, L.A.; THINGSTAD, F., 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecological Progress Series**, 10: 257-263.

AZEITEIRO, U.M; MARQUES, S.C.; VIEIRA, L.M.R.; PASTORINHO, M.R.D.; RÉ, P.A.B.; PEREIRA, M.J.; MORGADO, F.M.R. 2005. Dynamics of the *Acartia* genus (Calanoida: Copepoda) in a temperate shallow estuary (the Mondego estuary) on the western coast of Portugal. **Acta Adriatica**, 46(1): 7-20.

BALLARD, L.; MYERS, A. 1996. Seasonal changes in the vertical distribution of five species of the family Bougainvillidae (Cnidária: Anthomedusae) at Lough Hyne, South-West Ireland. **Sciencia Marina**, 60: 69-74.

BALLARD, L.; MYERS, A. 1997. Vertical distribution, morphology and diet of *Proboscidactyla stellata* (cnidaria: limnomedusae) in Lough Hyne marine nature reserve, Co. Cork, Ireland. **Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom**, 77 (999–1009).

BARROS, S.S.; MARAZZO, A.; VALENTIN, J.L., 2000. Resting eggs of cladocerans in Guanabara bay - RJ, Brazil: horizontal, vertical and temporal distribution. **Nauplius**, 8(2): 237-244.

BARROS, S.S.; MARAZZO, A.; VALENTIN, J.L., 2002. Comparing the efficiency of two sampling devices for collecting resting eggs of marine cladocerans. **Nauplius**, 10(1): 73-76

BARROS, S.S., 2007. **Cladóceros (Crustacea: Branchiopoda) na baía de Guanabara (RJ, Brasil): distribuição, aspectos reprodutivos e sucesso de eclosão**. Tese de Doutorado em Zoologia, Museu Nacional / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 92p.

BIEGALA, I.C. & BERGERON, J.P. 1998. Optimal assay conditions for aspartate transcarbamylase (ATCase) activity in mesozooplankton. **Journal of Plankton Research**, 20: 1205-1218.

BJÖRNBERG, T. K. S. 1963. On the marine free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 13(1): 3-14.

BJÖRNBERG, T. K. S. 1981. Copepoda, p. 587-679. In: D. BOLTOVSKOY (Ed.) **Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y metodos de trabajos com el zooplancton mariño**. Mar del Plata, INIDEP, 936p.

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

BOLTOVSKOY, D. 1999. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers, 2v. 1706p.

-
- BORTONE, S. 2005. The quest for the “perfect” estuarine indicator: an introduction. *In*: BORTONE, S. (ed.) **Estuarine Indicators**, CRC Press, Boca Raton, p. 1–3.
- BRAY, J.R. & CURTIS, J.T. 1957. Uma ordenação das comunidades florestais de terras altas do sul do Wisconsin. **Monografias ecológica**, 27: 325-349.
- BURKEY, P.H. & KENDALL, T.F. 1982. Production of the copepod *Eurytemora affinis* in Bristol channel. **Marine Ecology Progress Series**, 7: 535-577.
- BUSKEY, E. J. 1993. Annual pattern of micro- and mesozooplankton abundance and biomass in a subtropical estuary. **Journal Plankton Research**., 15(8): 907-924.
- BUSKEY, E.J. 1998. Energetic costs of swarming behavior for the copepod *Dioithona oculata*. **Marine Biology** 130 (3): 425–431.
- BUSKEY, E. 2003. Behavioral adaptations of the cubozoan medusa *Tripedalia cystophora* for feeding on copepod (*Dioithona oculata*) swarms. **Marine Biology**, 142 (2): 225–232.
- CALBET, A.; LANDRY, M. R.; SCHEINBERG, R. D. 2000. Copepod grazing in a subtropical bay: species-specific responses to a midsummer increase in nanoplankton standing stock. **Marine Ecology Progress Series**, 193: 75-84.
- CALBET, A. 2001. Mesozooplankton grazing effect on primary production: A global comparative analysis in marine ecosystems. **Limnology and Oceanography**, 46(7): 1824–1830.
- CARLOTTI, F., AND S. NIVAL. 1991. Individual variability of development in laboratory-reared *Temora stylifera* copepodites: Consequences for the population dynamics and interpretation in the scope of growth and development rules. **Journal of Plankton Research**, 13: 801-813.
- CHAMIXAES, C.B.C.B. 1984. **Produção primária do fitoplâncton relacionada com as condições ecológicas do Açude de Apipucos (Recife – PE)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- CHEN, F.; MARCUS, N.H. 1997. Subitaneous, diapause, and delayed-hatching eggs of planktonic copepods from the northern Gulf of Mexico: morphology and hatching success. **Marine Biology**, 127: 587-597

-
- CHERVIN, M.B. 1978. Assimilation of particulate organic carbon by estuarine and coastal copepods. **Marine Biology**, 49: 265-275.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. 2006. **Primer v6: user manual/tutorial**. PRIMER-E, Plymouth.
- CLARKE, K.R. & GREEN, R.H. 1988. Statistical desing and analysis for a 'biological effects' study. **Marine Ecological Progress Series**, 46: 213-226.
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation*, 2^a ed. PRIMER-E, Plymouth.
- COIMBRA, A.L.S.; COSTA, K.M.P.; MACEDO, S.J. 1987. **Estudo ecológico da Bacia do Pina. Características físico-químicas da água**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA QUÍMICA. Resumo. Recife, UFPE. p. 21.
- COSTA, K.M.P. 1991. **Hidrobiologia e Biomassa Primária da Região Nordeste do Brasil entre as Latitudes de 8° 00'00" e 2° 44'30" S e as Longitudes de 35° 56'30" e 31° 48'00"W**. Dissertação de Mestrado em Oceanografia, UFPE, 217p.
- COUTINHO, P.A. 1961. **Estudo das Condições de Sedimentação do Porto do Recife**. Relatório de graduação, Escola Geológica da Universidade do Recife (manuscript), Recife
- CRÉTÉ, A.R.M., 2006. **Distribuição e produção estimada do copépode *Calanoides carinatus* (Kroyer, 1849) na Plataforma Continental Sudeste Brasileira**. Dissertação de Mestrado, IOUSP, 121p.
- DAHMS, H.U., 1995. Dormancy in the Copepoda – an overview. **Hydrobiologia**, 306: 199-211.
- DI MAURO, R.; CAPITANIO, F. & VIÑAS, D. 2009. Capture for small mesozooplankters (Copepoda, Appendicularia) off Buenos Aires Province (34°S–41°S), Argentine Sea, using two plankton mesh sizes. **Brazilian Journal of Oceanography**, 57: 205-214.
- ESCARAVAGE, V. & SOETAERT, K. 1995. Secondary production of the brackish copepod communities and their contribution to the carbon fluxes in the Westerschelde estuary (The Netherlands), *in*: Heip, C.H.R. *et al* (Ed.) (1995). *Major biological processes in European tidal estuaries. Developments in Hydrobiology*, 110: 103-114.

-
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. 2000. Zooplankton Abundance and Biomass in a Tropical Estuary (Pina Estuary-Northeast Brazil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 28(1): 21- 34.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. & TUNDISI, J.G. 1996. **Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal**. Revista brasileira de oceanografia, 44(1):23-33.
- ESPINOSA, N.S., 2007. **Distribuição em micro-escala temporal de ovos de resistência de cladóceros marinhos na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. Brasil**. Monografia de Bacharelado em Biologia Marinha, UFRJ, 42p.
- FAVARETO, L.R.; PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM-JR., M. 2009. Selectivity of plankton nets over planktonic Copepoda in two sub-tropical estuaries. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 21: 67-77.
- FEITOSA, F.A.N. 1988. **Produção primária do fitoplâncton relacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife-Pernambuco,Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia. 270p.
- FEITOSA, F.A. do N.; PASSAVANTE, J.Z. de O. 1990. Variação sazonal de biomassa primária do fitoplâncton da Bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. 21: 33-46.
- FEITOSA, F.A. do N.; PASSAVANTE, J.Z. de O. 1991/1993. Variação sazonal da produção primária na Bacia do Pina (Recife-PE). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. 22: 65-82.
- FEITOSA, F.A.N.; NASCIMENTO, F.C.R.; COSTA, K.M.P. 1999. Distribuição espacial e Temporal da Biomassa Fitoplancônica Relacionada com Parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife – Pe). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. 27, (2), 1-13.
- FIGUEIRÊDO, L.G.P. 2014. **Estrutura da comunidade e produção do microzooplâncton da APA Costa dos Corais, Tamandaré, PE, Brasil** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia. 56p.
- FRASER, J. H. 1962. **Nature adrift: the Story of Marine Plankton**. London: G. T. Foulis. 178p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1993. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 62p.

GALLIENE, C.P. & ROBINS, D.B. 2001. Is the Oithona the most important copepod in the world's oceans? **Journal of Plankton Research**. 23:1421-1432.

GILBERT, W.; PAWLWY, W. & PARK, K. 1968. **Carpenter's oxygen solubility tables and monograph for seawater as a function of temperature and salinity**. Oregon: Oregon State University, Department of Oceanography School of Science, 139p.

GOMES, C.L., 2007. **O mesozooplâncton da baía de Guanabara: distribuição temporal dos principais grupos e produção de duas espécies de Copepoda dominantes**. Tese de Doutorado em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 127p.

GRICE, G.D.; MARCUS, N.H., 1981. Dormant eggs of marine copepods. **Oceanography and Marine Biology, an Annual Review**, 19: 125-140.

HAIRSTON, N.G.; VAN BRUNT, R.A.; KEARNS, C.M. & ENGSTROM, D.R. 1995. Age and Survivorship of Diapausing Eggs in a Sediment Egg Bank. **Ecology**, 76(6): 1706-1711.

HIRST, A.G. & SHEADER, M. 1997. 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**, 154: 155-165.

HIRST, A.G.; LAMPITT, R.S., 1998. Towards a global model of in situ weight-specific growth in marine planktonic copepods. **Marine Ecology Progress Series**, 132: 247-257.

HIRST, A.G.; MCKINNON, A.D. 2001. Does egg production represent adult female copepod growth? A call to account for body weight changes. **Marine Ecology Progress Series**. 223: 179-199.

HIRST, A.G.; BUNKER, A.J., 2003. Growth of marine planktonic copepods: global rate and patterns in relation to chlorophyll a, temperature, and body weight. **Limnology and Oceanography**, 48(5): 1988-2010.

HUNTLEY, M.E.; LOPEZ, M.D.G., 1992. Temperature-dependent production of marine copepods: a global synthesis. **American Naturalist**, 140: 201-242.

HUNTLEY, M., & BOYD, C. 1984. Food-limited growth of marine zooplankton. **American Naturalist**, 124: 455–478

IKEDA, T.; TORRES, J.J.; HERNANDEZ-LEON, S.; GEIGER, S.P. 2000. Metabolism. In: HARRIS, R.P.; WIEBE, P.H.; LENZ, J.; SKJOLDAL, H.R.; HUNTLEY, M. (Eds.), **ICES Zooplankton Methodology Manual**. London: Academic Press. p. 455-532,

JIANG, X.; WANG, G.; LI, S. 2004. Age, distribution and abundance of viable resting eggs of *Acartia pacifica* (Copepoda: Calanoida) in Xiamen Bay, China. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 312: 89-100.

JIANG, X.; WANG, G.; LIN, Q. 2008. Reduction of hydrocarbon on viability of *Acartia pacifica* benthic resting eggs. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, 26(1): 91-96.

KAMINSKI, S.M.; MONTÚ, M.A., 2005. Produção de ovos dos copépodes costeiros *Acartia tonsa*, *Temora stylifera* e *Temora turbinata*, da Praia do Cassino – Rio Grande – RS. **Atlântica**, 27(2): 103-111.

KANG, H.K.; KANG, Y.J.; CHUL, P. 2007. Production of *Acartia omorii* (Copepoda: Calanoida) in Ilkwang Bay, southeastern coast of Korea. **Journal of Marine System**, 67: 236-244.

KASAHARA, S.; UYE, S.; ONBÉ, T., 1975. Calanoid copepod eggs in sea-bottom muds. II. Seasonal cycles of abundance in the populations of several species of copepods and their eggs in the Inland Sea of Japan. **Marine Biology**, 31:25-29.

KIMMERER, W.J. 1987a. The theory of secondary production calculations for continuously reproducing populations. **Limnology Oceanography**, 32(1): 1-13.

KIMMERER, W.J.; MCKINNON, A.D. 1987b. Growth, mortality and secondary production of the copepod *Acartia tranteri* in Westernport Bay, Australia. **Limnology Oceanography**, 32: 14-28, 1987.

KIORBE, T., 1997. Population regulation and role of mesozooplankton in shaping marine pelagic food webs. **Hydrobiologia**, 363: 13-27.

KIORBE, T.; NIELSEN, T.G., 1994. Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 1. Copepods. **Limnology and Oceanography**, 39: 439-507.

-
- KIORBE, T.; SABATINI, M., 1994. Reproductive and life cycle strategies in egg-carrying cyclopoid and free-spawning calanoid copepods. **Journal of Plankton Research**, 16: 1353-1366.
- KLEPPEL, G. S.; BURKART, C. A. & HOUCHIN, L. 1998. Nutrition and the regulation of egg production in the calanoid copepod *Acartia tonsa*. **Limnology and Oceanography**, 43: 1000–1007.
- KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J.; TRAVASSOS, P.E. P.F.; PASSAVANTE, J.Z. de O. 1995. Biomassa Fitoplanctônica do Estuário do Rio Capibaribe (Recife-Pernambuco-Brasil). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 38(4): 1071-1083.
- KÖPPEN, W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Geographische Zeitschrift**, 6: 657–679.
- KRUSKAL, J.B. 1964. Multidimensional Scaling by Optimizing Goodness of Fit to a Nonmetric Hypothesis. **Psychometrika**, 29: 1-28.
- LEANDRO S.M.; MORGADO, F.; PEREIRA, F.; QUEIROGA, H. 2007. Temporal changes of abundance, biomass and production of copepod community in a shallow temperate estuary (Ria de Aveiro, Portugal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 74: 2115-222.
- LIU, H.; HOPCROFT, R.R. 2006a. Growth and development of *Metridia pacifica* (Copepoda: Calanoida) in the northern Gulf of Alaska. **Journal of Plankton Research**, 28(8): 8, p. 769-781.
- LIU, H.; HOPCROFT, R.R. 2006b. Growth and development of *Neocalanus flemingeri/plumchrus* in the northern Gulf of Alaska: validation of the artificial-cohort method in cold waters. **Journal of Plankton Research**, 28(1): 87-101.
- LONGHURST, A.R.; PAULY, D. 2007. **Ecologia de oceanos tropicais**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 419 p.
- LOPES R.M; VALE, R.; BRANDINI, F.P. 1998. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 46(2): 195-211.

-
- LOPES, R.M. 2007. Marine zooplankton studies in Brazil - a brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 79: 369-379.
- LOPEZ, M.D.G. 1991. Molting and mortality dependent on age and stage in naupliar *Calanus pacificus*: Implications for development time of field cohorts. **Marine Ecological Progress Series**, 75: 79-89.
- MABESOONE, J.M. & COUTINHO, P.N., 1970. Litoral and shalow marine geology of Northeastern Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, 12: 1-214.
- MACÊDO, S. J. DE; COSTA, K. M. P. 1978. Estudos ecológicos da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. Condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. *Ciência e Cultura*, 30(7): 346-368.
- MACHADO, C.F., 2002. **Distribuição espaço-temporal da Classe Copepoda na baía de Guanabara, RJ, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 70p.
- MAGALHÃES, G.M.O., 2006. **O mesozooplâncton em dois ecossistemas costeiros eutrofizados do estado do Rio de Janeiro – Brasil**. Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 137p.
- MAIA, P. R. 1995. **Composição e densidade fitoplanctônica na Bacia do Pina, Recife-PE**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 135p.
- MARCUS, N.H. 1987. Differences in the duration of egg diapause of *Labidocera aestiva* (Copepoda: Calanoida) from the Woods Hole, Massachusetts, region. **Biological Bulletin**, 173: 169-177.
- MARCUS, N.H., 1989. Distribution and abundance of eggs of *Labidocera aestiva* (Copepoda: Calanoida) in the bottom sediments of Buzzards Bay, Massachusetts, USA. **Marine Biology**, 100: 319-326.
- MARCUS, N.H. 1996. Ecological and evolutionary significance of resting eggs in marine copepods: past, present and future studies. **Hydrobiologia**, 320: 141-152

MARCUS, N.H.; LUTZ, R.; BURNETT, W.; CABLE, P. 1994. Age, viability and vertical distribution of zooplankton resting eggs from an anoxic basin. Evidence of an egg bank. **Limnology and Oceanography**, 39: 154-158.

MARCUS, N. H. & LUTZ, R. V. 1998. Longevity of subitaneous and diapause eggs of *Centropages liamatus* (Copepoda: Calanoida) from the northern Gulf of Mexico. **Marine Biology**, 131:249-257.

MARSHALL, S.M. & ORR, A.P. 1972. **The biology of a marine copepod *Calanus finmarchicus* (Gunnerus)**. Oliver and Boyd, Edingburgh. Ed Springer-Verlag, 195p.

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

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G.; ROCHA, O. 2002. Zooplankton diversity in eutrophic systems and its relation to the occurrence of cyanophycean blooms. **Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology**, Stuttgart, 28: 671-674.

MAUCHLINE, J., 1998. The biology of calanoid copepods. **Advances in Marine Biology**, 33: 1-707.

MCLUSKY, D. S.; ELLIOTT, M. 2006. **The Estuarine Ecosystem; ecology, threats and Management**. 3 ed., Oxford: OUP, 216 p.

MELO JUNIOR, M. 2009. **Produção secundária e aspectos reprodutivos de copépodes pelágicos ao largo de Ubatuba (SP, Brasil)**. Tese de Doutorado em Ciências - Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 182p.

MILLER, C.B. 2004. **Biological Oceanography**. Malden: Blackwell Science, 402p.

MIRANDA LB, CASTRO BM & KJERFVE B. 2002. **Princípios de oceanografia física de estuários**. EDUSP, São Paulo, 414 p.

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

MOLLER,E.F. & NIELSEN, T.G. 2001. DOM production by marine copepods: effect of phytoplankton biomass and cell size. **Journal of Plankton Research**, 23(5): 527-536.

MONTÚ, M. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. **Atlântica**, 4: 53-72.

MONTÚ, M.; GLOEDEN, I. M. 1986. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica**, 1(2): 1-134.

MUGRABE G.; BARROS, S.; MARAZZO, A.; VALENTIN, J.L., 2007. Hatching rates of resting eggs of 'Cladocera' (Crustacea: Branchiopoda) at a tropical bay, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 67(3): 527-530.

NASCIMENTO, D. A. 1980. **Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do Rio Botafogo, Itamaracá-PE**. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 108p.

NASCIMENTO, F.C.R.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F.A.N.; ARAÚJO, J.P.; SILVA, R.M.S.; SILVA, G.S.; MONTES, M.J.F. 2000. Disponibilidade Nutricional da bacia do Pina e rio Tejió (Recife – PE - Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária. **Tropical Oceanography**, 31: 149-169.

NASCIMENTO, F.C.R. 2001. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica da Bacia do Pina associados com alguns parâmetros abióticos (climatológicos e hidrológicos)**. Dissertação de Mestrado em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 141p.

NASCIMENTO, D. A.; PARANAGUÁ, M. N. 1981. Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá - Pernambuco. **Encontro de Zoologia do Nordeste**, 3, Recife. Resumos, p. 2.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M. N. 1984. Zooplâncton estuarino de Pernambuco. **Encontro Brasileiro de Plâncton**, 1, Arraial do Cabo - RJ. **Resumo**, p. 13.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; SANT'ANNA, E. E. 1987/1989. Composição do zooplâncton no estuário do Rio Timbó (Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 20: 77-97.

NASCIMENTO-VIEIRA, D.A.; FEITOSA, F.A.; PASSAVANTE, J.Z.O. 1988. Composição do zooplâncton na Bacia do Pina - Recife - Pernambuco. **Encontro de Brasileiro de Plâncton**, 3, Pontal do Sul – Paraná.. **Resumo**, p. 19.

NASCIMENTO, F.C.R; FEITOSA, F.A. & MUNIZ, K., 1999. Avaliação do padrão sazonal e espacial da densidade fitoplanctônica e parâmetros abióticos na Bacia do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil). **Semana Nacional de Oceanografia**, 13, Itajaí – SC. Resumo, p. 475-477.

NASCIMENTO, F. C. R. do; FEITOSA, F. A. do N.; MUNIZ, K. 2001. Avaliação do padrão sazonal e espacial da densidade fitoplanctônica e parâmetros ambientais na Bacia do Pina – PE – Brasil. **Semana Nacional de Oceanografia**, 13, Itajaí – SC. Resumo, p.475-477.

NASCIMENTO, F. C. R.; Muniz, K.; Feitosa, F. A. N.; Araújo, J. P.; Silva, R. M. S.; Silva, G. S. & Flores-Montes, M. J. 2003. Disponibilidade nutricional da bacia do Pina e rio Tejió (Recife- PE- Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**, 31(2): 149-169.

NEUMANN-LEITÃO, S. 1995. Resenha literária sobre o zooplâncton estuarino no Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 23: 25-53.

NEUMANN-LEITÃO, S. 2010. **O Zooplâncton como Indicador da Qualidade Ambiental de Dois Estuários do Brasil Tropical**. Tese para o Concurso de Professor Titular do Dpto de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; NOGUEIRA-PARANHOS, J. D. 1993. Zooplâncton da área estuarina do Rio Formoso - PE (Brasil). **Reunião Anual da SBPC**, 45, Recife. Resumo, 1: 686.

NEUMANN-LEITÃO, S.; FEITOSA, F. A. N.; MOURA, M. C. O.; MONTES, M. J. F.; MUNIZ, K.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PARANAGUÁ, M. N. 2003. Aquaculture impacts on the water quality and plankton community in a mangrove ecosystem in Brazil, p. 161-171. In: E. TIEZZI, C. A. BREBBIA & J. L. USÓ. (Org.). **Ecosystems and Sustainable Development IV**, 1 ed. Southampton: WIT PRESS.

NEWELL, G. E.; NEWELL, R. C. 1966. **Marine plankton a practical guide**. Londres: Hutchinson Education Ltd., 221 p.

NIELSEN, T.G. & SABATINI, M. 1996. The role of the Copepod *Oithona* spp. in North Sea Plankton Communities. **Marine Ecology Progress Series**, 139: 79-93.

-
- NISHIDA, S. 1985. Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Ocean. **Bulletin of the Ocean Research Institute, University of Tokyo**, 20:1–167.
- NORDI, M. 1982. **Ecologia do zooplâncton no estuário do Rio Paraíba do Norte (Paraíba, Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos,. 131p.
- OHMAN, M.D. 1990. The demographic benefits of diel migration by zooplankton. **Ecological Monographs**, 60(3): 257-281.
- OLIVEIRA, G.C.; GUSMÃO, L.M.O, 2007. Macrozooplâncton do Complexo Estuarino da Baía do Pina (Recife – PE). **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2009, Caxambu – MG.
- OLIVEIRA, G.C. & GUSMÃO, L.M.O. 2008. Caracterização do Microzooplâncton no Complexo Estuarino da Baía do Pina (Recife-PE). **Congresso de Iniciação Científica da UFPE**.
- OLIVEIRA, G.C.; GUSMÃO, L.M.O; SILVA, T.A.; NEUMANN-LEITÃO 2009. Variação Tidal e Temporal do Microzooplâncton em um Estuário Tropical. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço – MG.
- ONBÉ, T., 1978. Sugar flotation method for sorting the resting eggs of marine cladocerans and copepods from sea-bottom sediment. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 44 (12): 1411.
- OOSTERHUIS, S.S.; BAARS, M.A.; KLEIN-BRETELIER, W.C.M 2000. Release of the enzyme chitinase by the copepod *Temora longicornis*: characteristics and potential tool for estimating crustacean biomass production in the sea. **Marine Ecology Progress Series**, 196: 195-206.
- PAFFENHÖFER, G.A. 1993. On the Ecology of Marine Cyclopoid Copepods (Crustacea, Copepoda). **Journal of Plankton Research**, 15: 37-55.
- PARANAGUÁ, M.N.; NASCIMENTO, D.A. 1973. Estudo do zooplâncton do estuário da região estuarina de Itamaracá. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 25(6): 198.

PARANAGUÁ, M.N.; NASCIMENTO, D. A.; MACEDO, S. J. 1979. Estudo Ecológico da Região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. II. Distribuição do zooplâncton no estuário do Rio Igarassu. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 14: 65-92.

PARANAGUÁ, M. N. & KOENING, M. L. 1980. Composição e "standing-stock" do zooplâncton dos viveiros de criação de peixes da região de Itamaracá (PE). **Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Anais**, Rio de Janeiro. p.99-107.

PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. 1984. Estudo Ecológico da Região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. XXV. Zooplâncton do Rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 18: 193-206.

PARANAGUÁ, M.N.; GUSMÃO, L.M.O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A.; NEUMANN-LEITÃO, S. 1990. Zooplâncton da área costeira do Porto do Recife. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 21: 59-79.

PARANAGUÁ, M.N.; NOGUEIRA-PARANHOS, J.D. 1992. Estudos taxonômicos de Cladocera (Crustacea) do estuário do rio Capibaribe - Pernambuco. **Encontro de Zoologia do Nordeste**, 9, Abstract, p. 75.

PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O. 2000. O Zooplâncton. In: BARROS, H.M.; ESKINAZI-LEÇA, E; MACEDO, S.J.; LIMA, T. (ED.) **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife, Ed. Universitária da UFPE, p. 89-102.

PARK, G. S.; MARSHALL, H. G. 2000. Estuarine relationships between zooplankton community structure and trophic gradients. **Journal of Plankton Research**, 22(1): 121-135.

PEREIRA, J.B. 2010. **Composição, distribuição, biomassa e produção secundária do zooplâncton do Sistema Estuarino de Santos, São Paulo, Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências – Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo. 303p.

PESSOA, V. T. 2009. **Mesozooplâncton da Bacia do Pina, Recife, Pernambuco – Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciências – Oceanografia Biológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 54p.

PESSOA, V.T. 2014. **Produção dos copépodes pelágicos dos recifes da APA Costa dos Corais (Tamandaré, PE, Brasil)**. Tese de Doutorado em Ciências – Oceanografia Biológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PETERSON, W. T.; TISELILIS, P.; KIGKBOE, T. 1991. Copepod egg production, moulting and growth rates, and secondary production, in the Skagerrak in August 1988. **Journal of Plankton Research**, 13:131-154.

PETERSON, W.T; GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.; MORGAN, C.A., 2002. Cross-shelf variation in calanoid copepod production during summer 1996 off the Oregon coast, USA. **Marine Biology**, 141: 353-365.

PIELOU, E. C. 1969. **An introduction to Mathematical Ecology**. Wiley-Interscience, New York., 286p.

PORTO NETO, F. F.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N.; SILVA, A. P.; SILVA, T. A.; MOURA, M. C. O. 2000. Zooplâncton recifal de Tamandaré-PE (Brasil) e a influência dos manguezais na sua biodiversidade e biomassa. In: **Mangrove 2000 - Sustentabilidade de estuários e manguezais** (CD-ROM - Trabalhos completos). Recife: ISME-Brasil & UFRPE, 17 p.

POULET, S.A.; IANORA, A.; LAABIR, M.; KLEIN BRETELER, W.C.M.,1995. Towards the measurement of secondary production and recruitment in copepods. **ICES Journal of Marine Science**, 52: 359-368.

RAZOULS, C.; DE BOVÉE, F.; KOUWENBERG, J.; DESREUMAUX, N. 2014. "*Dioithona oculata* Farran, 1913". **Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods**. Disponível em: <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en>

RESGALLA, C. JR., 2001. Estudo de impacto ambiental sobre a comunidade do zooplâncton na enseada do Saco dos Limões, Baía do Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, 23: 5-16.

REY-RASSAT, C.; BONNET, D.; IRIGOIEN, X.; HARRIS, R.; HEAD, R. CARLOTTI, F. 2004. Secondary production of *Calanus helgolandicus* in the Western English Channel, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 313: 29-46.

RIGLER, F.H. & DOWNING, J.A. 1984. **A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters**. Blackwell Scientific, London. 501p.

ROHLF, F.J. & FISHER, D.L. 1968. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematical Zoology**, 17: 107-412.

SANT'ANNA, E. M. E. **Estrutura e Biomassa da comunidade zooplânctônica da bacia do Pina (Pernambuco - Brasil), relacionadas com fatores ambientais**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 195p.

SANTANA-BARRETO, M. S.; MILAN, G.N.C. 1984. Estudo do zooplâncton no estuário do Rio Arinquidá – Rio Formoso - PE. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 3, Pontal do Sul - PR. **Resumo...** p. 16.

SANTANA-BARRETO, M. S.; SANTOS, S. M. 1984. Zooplâncton no estuário do Rio Timbó - Paulista - PE. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 1, Arraial do Cabo - RJ. **Resumo...** p. 19.

SANTANA-BARRETO, M. S.; NÓBREGA, M.N.C.; MELO FILHO, M. T. B. 1991. Revisão e atualização do zooplâncton no estuário do Rio Arinquidá – Rio Formoso - Pernambuco. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 4, Recife – PE, 1990. **Anais...** Recife, p. 415-430.

SANTIAGO, M. F.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, K. M. P.; BORGES, G. C. P.; PORTO NETO, F. F.; NUNES, F. S. 2010. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 58 (3): 189-205.

SANTOS, BEZERRA-JUNIOR, J.L.; COSTA, K.M.P.; FEITOSA, F.A.N. 2009a. Dinâmica da biomassa fitoplânctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 4(1): 95-109.

SANTOS, D.A.; DIAS, X.F.G.; GUSMÃO, L.M.O.; SCHWAMBORN, R. 2009b. Registro do Copepoda exótico *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 no estado de Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 4(1): 123-132.

SASTRI, A.R. & DOWER, J.F. 2006. Field validation of an instantaneous estimate of in situ development rate in planktonic Crustacea. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 57: 1965-1968.

SASTRI, A.R. & DOWER, J.F. 2009. Interannual variability in chitobiase-based production rates of the crustacean zooplankton community in the Strait of Georgia. **Marine Ecology Progress Series**, 388: 147-157.

SASTRI, A.R. & ROFF, J.C. 2000. Rate of chitobiase degradation as a measure of development rate in planktonic Crustacea. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 57: 1965-1968.

SCHWAMBORN, R.; BONECKER, S. L. C.; GALVÃO, I. B.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S. 2004. Mesozooplankton grazing under conditions of extreme eutrophication in Guanabara Bay, Brazil. **Journal of Plankton Research**, Oldendorf/Luhe, 26 (9): 983-992.

SCHWAMBORN, R. ; EKAU, W. ; SILVA, A. P.; SCHWAMBORN, S. H. L.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SAINT-PAUL, U. 2006. Selection between mangrove detritus, zooplankton and large centric diatoms by zoeae of the mangrove tree crab *Aratus pisonii* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae). **Hydrobiologia**, 560: 1-13.

SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal**, 27: 379-423, 623-656.

SILVA, J. A B.; MELLO, R L. S. 1991. Infonções preliminares sobre a malacofauna do rio Capibaribe e Bacia do Pina, Recife-PE. In: **CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, IV**. Resumo. Recife, Sociedade Nordestina de Ecologia. p. 17.

SILVA, T.A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L.M.O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A., 2003. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(3): 439-446.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A; ALMEIDA, C. D. P. 1990. Diatomáceas da Bacia do Pina (PE). In: **REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, XIV**. Resumos. Recife, UFPE, p.28.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia dos sistemas de cultivos. 1998. In: VALENTI, W. C, (Ed.), Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para Produção de Camarões. Brasília. IBAMA/FAPESP. Cap. 3, p. 47-75.

-
- STOCKELL, J.D. & JOHANSSON, O.E. 1999. Temperature-dependent allometric models to estimate zooplankton production in temperate freshwater lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 2350-2360.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of sea-water analysis. **Journal of Fishing Research**, v. 167, p. 1-311, 197.
- TEMPERONI, B.; VIÑAS, M.D.; DIOVISALVI, N.; NEGRI, R. 2011. Seasonal production of *Oithona nana* Giesbrecht, 1893 (Copepoda: Cyclopoida) in temperate coastal waters off Argentina. **Journal of Plankton Research**, 33: 729-740.
- TRAVASSOS, P.E.P., MACÊDO S.J., KOENING M.L. 1991/93. Aspectos Hidrológicos do estuário do Rio Capibaribe (Recife – Pernambuco). *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE. Recife: EDUFPE*. 22: 9-28.
- TUNDISI, J. G. 1970. O plâncton estuarino. Contribuições avulsas Instituto Oceanográfico. São Paulo, Série **Oceanografia Biológica**, 19: 1-22.
- TURNER, J. 2004. The Importance of Small Planktonic Copepods and Their Roles in Pelagic Marine Food Webs. **Zoological Studies**, 43(2): 255-266.
- UNESCO. 1973. **International Oceanographic Table**. Optichrome, Wormly, 141pp. v.2.
- UYE, S.; SHIMAZU, T., 1997. Geographical and seasonal variations in abundance, biomass and estimated production rates of meso and macrozooplankton in the Inland Sea of Japan. **Journal of Oceanography**, 53: 529-538.
- UYE, S. I. 1994. Replacement of large copepods by small ones with eutrophication of embayments: cause and consequence. **Hydrobiologia**, 292/293: 513-519.
- UYE, S. 1985. Resting egg production as a life strategy of marine planktonic copepods. **Bulletin of Marine Science**, 37: 440-449.
- UYE, S. & LIANG, D. 1998. Copepods attain high abundance, biomass and production in the absence of large predators but suffer cannibalistic loss. **Journal of Marine Systems**: 15, 495–501.

-
- UYE, S.; NAGANO, N.; SHIMAZU, T., 2000. Abundance, biomass, production and trophic roles of micro- and net-zooplankton in Ise Bay, Central Japan, Winter. **Journal of Oceanography**, 56: 389-398.
- VALE, R., 1998. **Taxas de produção de ovos pelo copépode estuarino *Acartia tonsa* na baía de Paranaguá**. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- VALENTIN, J.L.; MACEDO-SAIDAH, F.E.; TENENMAUM, D.R. & SILVA, N.M.L. 1991. A diversidade específica para a análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Neritica**, 6: 7-26.
- VITORIO, U.C. 2006. **Rotíferos (Rotatoria) como indicadores de qualidade ambiental da bacia do Pina, Recife (PE – Brasil)**. Recife. Dissertação de Mestrado em Oceanografia, Dpto de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. 72p.
- VOLKMAN, J.K., HOLDSWORTH, D.G., NEILL, G.P., BAVOR JR, H.J. 1992. Identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. **Science of The Total Environment**, 112: 203-219.
- WANG, G.; JIANG, X.; WU, L.; LI, S. 2005. Differences in the density, sinking rate and biochemical composition of *Centropages tenuiremes* (Copepoda: Calanoida) subitaneous and diapause eggs. **Marine Ecology Progress Series**, 288: 165-171.
- WINKLER, L. W., 1888. Die Bertimmung des im wasser gelösten Sauer-stoffs. Ber. dtsh. chem. Ges., 21: 2843-2854.
- YAMAZI, I. 1955. Plankton investigation in inlet waters along the coast of Japan. XVII. Seasonal succession of zooplankton in the inner area of Tanabe Bay from June to October, 1954. **Publications of the Seto Marine Biological Laboratory**, 4(2-3): 311-320.
- YEBRA, L.; HIRST, A.G.; HERNÁNDEZ-LÉON, S. 2006. Assesment of *Calanus finmarchicus* growth and dormancy using the aminoacyl-tRNA synthetases method. **Journal of Plankton Research**, 28: 1191-1198.

YEBRA, L.; HARRIS, R.P.; HEAD, E.J.H.; YASHAYAEV, I.; HARRIS, L.R.; HIRST, A.G. 2009. Mesoscale physical variability affects zooplankton production in the Labrador Sea. **Deep-Sea Research I**, 56(5): 703-715.

YOUN, S.H.; CHOI, J.K., 2006. Egg production of the copepod *Acartia hongi* in Kyeonggi Bay, Korea. **Journal of Marine Systems**, 67: 217-224.

ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical Analysis**. Third Edition. Prentice-Hall, Inc., London. 662p.