



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

SIMONE JORGE FILHO

**ROTÍFEROS PLANCTÔNICOS DA BACIA DO PINA (PE,
BRASIL) E RESPOSTAS ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Recife

2015

SIMONE JORGE FILHO

**ROTÍFEROS PLANCTÔNICOS DA BACIA DO PINA (PE, BRASIL)
E RESPOSTAS ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Dissertação 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 Mestre em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientadora: Prof^a. Dra. Sigrid NeumanLeitão

Co-orientadores: Prof. Dr. Mauro de Melo Junior

Prof^a Dra. Tâmara de Almeida e Silva

Recife

2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

J82r

Jorge Filho, Simone.

Rotíferos planctônicos da Bacia do Pina (PE, BRASIL) e respostas às variáveis ambientais / Simone Jorge Filho . - Recife: O Autor, 2015.

63 folhas, il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sigrid Neuman Leitão.

Coorientadores: Prof. Dr. Mauro de Melo Junior.

Prof^ª. Dr^ª. Tâmara de Almeida e Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Oceanografia, 2015.

Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Rotífera. 3. Biomassa. 4. Variáveis ambientais. 5. Salinidade. 6. Clorofila *a* I. Leitão, Sigrid Neuman (Orientadora). II. Melo Junior, Mauro de (Coorientador). III. Silva, Tâmara de Almeida e (Coorientadora). IV. Título.

551.46 CDD (22. ed.)

UFPE/BCTG/2015-136

Simone Jorge Filho. Rotíferos Planctônicos Da Bacia Do Pina (PE, Brasil) E Respostas Às Variáveis Ambientais.

Dissertação 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 Mestre em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Aprovada em 27/02/2015, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Folha de Aprovação – Comissão Julgadora

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

Dr. Ralf Schwamborn – Titular Interno
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Dra. Viviane Lúcia dos Santos Almeida – Titular Externo
(Universidade de Pernambuco – UPE)

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

Dra. Andréa Pinto Silva – Suplente Externo
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

*Dedico a minha amada e
querida avó Iva*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre me guia tomando a frente e permite que as coisas aconteçam em minha vida.

À minha amada voinha pelos valores ensinados, incentivo e amor incondicional.

À minha querida orientadora professora Sigrid Neumann-Leitão, obrigada pela paciência, pela oportunidade e pelas lições como ser humano!

Ao meu co-orientador, professor Mauro de Melo Júnior meu muito obrigada! Sempre muito paciente, atencioso e dedicado. Pessoa a qual eu tenho grande admiração.

À minha querida co-orientadora Tâmara Almeida, obrigada pelo auxílio na identificação, pelos conselhos e pela amizade. Pense numa mulher elegante! “Profee”, quando crescer vou ser chique igual a senhora!!!

Aos amigos do zooplâncton pela ajuda em todos os momentos. À Renata por me ceder as amostras estudadas. À Gleice que me atormenta desde a graduação, por me ajudar na estatística (e por sempre levar almoço pra mim). À Symon Blond e a Xiomara pela ajuda com o Surfer. Ao Aislan pelos conselhos e por estar sempre disponível em ajudar. Ao Lucas pela ajuda com o Primer. Ao Alejandro por sempre dar aquela corrigida no inglês. A Glenda, Dani “Flor”, Nathália “Arte de Brincar”, Cynthia, Igor, Érika, Pedro, Andréa. Obrigada a todos, trabalhar com vocês é muito melhor!

À todos os colegas e professores da pós-graduação em Oceanografia pelo convívio e aprendizado. À secretária da pós-graduação Mirna Lins.

À dona Edileuza por alegrar nossos dias com seu alto-astral e cafezinhos.

Aos companheiros de turma em especial ao Flávio, a Jana, Jéssica, Dani, Naty e Laisa.

À “curica oriental” Amanda Yumi, obrigada pelo convívio, amizade e ajuda nessa reta final.

Ao Fernando, que mesmo distante é uma das pessoas mais presentes em minha vida.

À Dária, que me adotou aqui em Recife e já virou minha família.

À Minha querida equipe da Odontologia, a vocês eu agradeço pela paciência, pelo apoio e por sempre respeitarem minha escolha tão diferente da nossa rotina de trabalho. As queridas Sandra e Alba por segurarem as pontas muitíssimas vezes quando eu precisava ir para as aulas, para as coletas, para os embarques e até mesmo para o laboratório. A Dra. Elza pelo carinho e pelas caronas, trabalhar com a senhora é sempre muito divertido. Ao Dr. Thomas, que com o seu bom humor torna nossa rotina mais leve e alegre. A minha “chefa” Dra. Manu, minha imensa gratidão! Obrigada por me liberar

muitas vezes daquelas 8 horas que quase nunca consigo cumprir, nesses últimos meses então!!! Se dividir entre o mestrado e o trabalho não foi fácil e nem tampouco tranquilo, mas Deus colocou pessoas maravilhosas em minha vida, com as quais tenho o privilégio de trabalhar.

OBRIGADA A TODOS!!!

Nas grandes batalhas da vida, o primeiro
passo para a vitória é o desejo de vencer!
Mahatma Ghandi

RESUMO

A estrutura da comunidade de Rotifera do Complexo Estuarino da Bacia do Pina foi analisada e associada as variáveis ambientais (salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, clorofila *a*, profundidade, transparência da água e pluviometria) para explicar sua distribuição espaço-temporal. Foram registradas 14 espécies. As análises multivariadas revelaram que não houve diferenças sazonais e espaciais significativas em relação a densidade total de rotifera (ind.m^{-3}). Em relação à maré, foram encontrados maiores valores de densidade na baixa-mar ($p = 0,000147$). As espécies que apresentaram maiores densidades médias foram *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp., *Rotaria rotatoria* e *Brachionus caudatus caudatus*. A comunidade de Rotifera apresentou uma alta correlação com a salinidade e a clorofila *a* ($p = 0,380$). A diversidade das espécies foi baixa e foram observadas médias menores para o período de estiagem ($1,16 \pm 1,37 \text{ bits.ind}^{-1}$). A maior média de diversidade foi registrada na baixa-mar ($1,99 \pm 1,19 \text{ bits.ind}^{-1}$). A diversidade diminuiu da estação mais interna ($1,42 \pm 1,37 \text{ bits.ind}^{-1}$) para a mais externa ($1,0 \pm 0,54 \text{ bits.ind}^{-1}$). A equitabilidade apresentou valores acima de 0,5 o que indica uma homogeneidade na distribuição dos indivíduos. Foram registradas correlações positivas entre *Brachionus* sp. e clorofila *a*, *Brachionus* sp. e salinidade, *Rotaria rotatoria* e clorofila *a* e *Rotaria rotatoria* e temperatura. A biomassa da comunidade de Rotifera mostrou diferença significativa entre os períodos estudados (Man-Whitney; $p = 0,000000$) com valores superiores registrados no período chuvoso ($45,2616 \mu\text{g.m}^{-3}$) em relação ao período de estiagem ($29,1514 \mu\text{g.m}^{-3}$). Entre as marés também foram encontradas diferenças (Man-Whitney; $p = 0,000001$) com valores de biomassa superiores na baixa-mar. A distribuição dos Rotifera não apresentou variação sazonal e espacial significativa, contudo o regime de marés influenciou na sua distribuição, sendo observada maior abundância, densidade e biomassa durante a baixa-mar, quando o ambiente apresenta baixa qualidade. A salinidade e a clorofila *a* foram as variáveis que melhor explicaram a variabilidade da densidade e da biomassa da comunidade de Rotifera no complexo estuarino da Bacia do Pina.

Palavras-chave: Rotifera. Biomassa. Variáveis ambientais. Salinidade. Clorofila *a*.

ABSTRACT

The community structure of Rotifera from the Pina basin estuarine complex was studied and associated environmental variables to assess its spatio-temporal distribution. A total of 14 species were recorded. Multivariate analyses revealed that there were no significant seasonal differences in relation to total density (ind.m^{-3}). In relation to the tide, highest values were found at low tide ($p = 0.000147$). The species which presented higher averages densities were *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp., *Rotaria rotatoria* and *Brachionus caudatus caudatus*. Salinity and chlorophyll *a* showed a high correlation with the Rotifer Community ($p = 0.380$). The diversity of species was low and lower averages were observed for the dry season ($1.16 \pm 1.37 \text{ bits.ind}^{-1}$). The low tide showed the highest average diversity ($1.99 \pm 1.19 \text{ bits.ind}^{-1}$). Diversity decreased from the innermost station ($1.42 \pm 1.37 \text{ bits.ind}^{-1}$) for the outermost ($1.0 \pm 0.54 \text{ bits.ind}^{-1}$). The evenness found values above 0.5 which indicates an uniformity in the individuals distribution. Positive correlations were found between *Brachionus* sp. and chlorophyll *a*, *Brachionus* sp. and salinity, *Rotaria rotatoria* and chlorophyll *a* and *Rotaria rotatoria* and temperature. The biomass of rotifers community showed a significant difference between the periods studied (Man-Whitney; $p = 0.000000$), with higher values recorded in the rainy season ($45.2616 \mu\text{g.m}^{-3}$) in relation to the dry season ($29, 1514 \mu\text{g.m}^{-3}$). Among the differences tides were also found (Man-Whitney; $p = 0,000001$), with higher values in low tide. The seasonal and spatial variation showed no difference in the distribution of rotifers, however the tidal regime influenced the distribution, being observed greater abundance, density and biomass during the rainy season at low tide, when the environment has low quality. The salinity and chlorophyll *a* were the variables that explain the variability of density and biomass of rotifers community in estuarine complex of Pina Basin.

Key word: Community structure. Biomass. Environmental variables. Salinity. Chlorophyll *a*

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1 | Mapa do Complexo Estuarino da Bacia do Pina com a localização das estações de coleta 1, 2 e 3..... | 19 |
| Figura 2 | Total de chuvas (janeiro/2011 a dezembro/2012) e média histórica mensal de chuvas (1992-2012)..... | 24 |
| Figura 3 | Biovolume do seston no estuário da Bacia do Pina (PE) durante os diferentes regimes de marés (Preamar e Baixa-mar), períodos (Estiagem/2011 e Chuvoso/2012) e estações (Est 1, Est 2 e Est 3)..... | 27 |
| Figura 4 | Densidade total (ind.m^{-3}) no período de Estiagem, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 30 |
| Figura 5 | Densidade total (ind.m^{-3}) no período Chuvoso, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 31 |
| Figura 6 | Abundância Relativa (%) no período de Estiagem, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 32 |
| Figura 7 | Abundância Relativa (%) no período Chuvoso, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3)..... | 33 |
| Figura 8 | Similaridade da comunidade de rotífera em diferentes regimes de maré e períodos, no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 36 |
| Figura 9 | Biomassa total das espécies de Rotifera ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes períodos (chuvoso e de estiagem)..... | 38 |
| Figura 10 | Biomassa total das espécies de Rotifera ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar)..... | 38 |
| Figura 11 | Valores de biomassa ($\mu\text{g.m}^{-3}$) das espécies de Rotifera agrupadas por família para o Complexo estuarino da Bacia do Pina durante todo o período de estudo..... | 39 |
| Figura 12 | Distribuição da biomassa e densidade dos Rotifera por estação (1, 2 e 3)..... | 41 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 13 | Biomassa da espécie <i>Brachionus plicatilis</i> ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes períodos (chuvoso e estiagem)..... | 42 |
| Figura 14 | Biomassa da espécie <i>Brachionus</i> sp. ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes períodos (chuvoso e estiagem)..... | 43 |
| Figura 15 | Biomassa da espécie <i>Brachionus calyciflorus</i> f. <i>anuraeiformis</i> ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar).... | 43 |
| Figura 16 | Biomassa da espécie <i>Brachionus caudatus caudatus</i> ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar)..... | 44 |
| Figura 17 | Biomassa da espécie <i>Brachionus plicatilis</i> ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar)..... | 44 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabela 1 | Resultados dos testes estatísticos dos dados abióticos entre os períodos estudados, regime de marés e estações..... | 24 |
| Tabela 2 | Espécies encontradas no estuário da Bacia do Pina (PE) nos anos de 2011 e 2012, durante os diferentes regimes de marés (Preamar e Baixa-mar), períodos (estiagem e chuvoso) e frequência de ocorrência..... | 28 |
| Tabela 3 | Densidade numérica (ind. m ⁻³) das espécies encontrados por período (Estiagem e Chuvoso), por regime de marés (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 30 |
| Tabela 4 | Resultados dos testes estatísticos dos dados biológicos (Densidade total e espécies com maiores densidades) entre os períodos estudados, regime de marés e estações, no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 33 |
| Tabela 5 | Rotina BIOENV para a escolha das melhores combinações de variáveis explicativas para a distribuição da comunidade de Rotifera, no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012..... | 34 |
| Tabela 6 | Resultados da diversidade e equitabilidade durante os períodos estudados (estiagem e chuvoso), maré (baixa-mar e preamar) e estações (1, 2 e 3)..... | 35 |
| Tabela 7 | Dados utilizados Dados utilizados para determinação do biovolume e do peso seco das espécies de Rotifera, de acordo com Ruttner-Kolisko (1977)..... | 37 |
| Tabela 8 | Valores de biomassa total (µg.m ⁻³) de todas as espécies para os diferentes períodos, maré e estação, cujos resultados estão apresentados na tabela..... | 40 |
| Tabela 9 | Estudo com Rotifera em alguns estuários e baías, mostrando o país onde o estudo foi realizado, a malha utilizada, período de estudo, principais espécies com abundâncias e fonte..... | 52 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2. HIPÓTESE..... | 17 |
| 2. OBJETIVOS..... | 18 |
| 3.1 Geral..... | 18 |
| 3.2 Específicos..... | 18 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 19 |
| 4.1 Descrição da área..... | 19 |
| 4.2 Etapas de campo..... | 20 |
| <i>Variáveis ambientais.....</i> | 20 |
| 4.3 Etapas de laboratório..... | 21 |
| <i>Obtenção da biomassa das amostras de plâncton.....</i> | 21 |
| <i>Biomassa dos táxons.....</i> | 21 |
| <i>Análise dos Rotifera.....</i> | 21 |
| <i>Densidade dos Rotifera e análises qualitativas.....</i> | 22 |
| <i>Análise Estatística.....</i> | 22 |
| 5. RESULTADOS..... | 23 |
| 5.1 Variáveis ambientais..... | 23 |
| 5.2 Estrutura da comunidade..... | 28 |
| 5.3 Biomassa dos Rotifera..... | 36 |
| 6. DISCUSSÃO..... | 45 |
| 7. CONCLUSÕES..... | 53 |
| REFERÊNCIAS | 54 |

1. INTRODUÇÃO

Dentre os organismos presentes nos ecossistemas pelágicos, pode-se encontrar o zooplâncton que abrange a porção animal do plâncton (PARSONS et al., 1984). O seu estudo é de importância prioritária, pois constitui elo essencial na teia alimentar, transferindo a energia na forma fitoplâncton-bacterioplâncton ou na de detrito orgânico particulado para os demais níveis tróficos, além de sua função na ciclagem de nutrientes (NEW, 1995). Em pesquisas ecológicas, o conhecimento da comunidade zooplanctônica é importante, pois sendo composto de herbívoros em sua maioria, exerce forte influência como produtores secundários, fornecendo assim indicações sobre o grau de disponibilidade alimentar no ecossistema estudado (GREEN, 1968).

A preocupação global em manter a qualidade ecológica dos ecossistemas exige a compreensão de como vários táxons respondem às condições ambientais. Isso requer um sólido conhecimento dos fatores ambientais que influenciam os diversos táxons dentro de uma comunidade e a interação entre eles, além da capacidade de distingui-los a um nível ecologicamente relevante (AZEMAR et al., 2010). Nos estuários, o zooplâncton possui componentes importantes da cadeia alimentar pelágica, participando na produção e estruturação da matéria, energia e informações de fluxos dentro do ecossistema.

Dentre os principais grupos zooplanctônicos, os Rotifera apresentam importância ecológica, principalmente por ocuparem o nicho dos pequenos filtradores, embora existam espécies suspensívoras e algumas carnívoras (MARGALEF, 1983). Suas taxas de reprodução em ambientes aquáticos estão entre as mais rápidas dos metazoários, sendo partenogenética e apresentando curtos períodos de desenvolvimento (HERZIG, 1983). Além de preencher nichos vagos com extrema rapidez, e converter a produção primária numa forma utilizável para os consumidores secundários, esses animais chegam a produzir 30% do total da biomassa de plâncton de sistemas estuarinos (NOGRADY et al., 1993). Desempenham um importante papel na regeneração de nutrientes e na transferência de energia nas teias alimentares, e têm sido amplamente utilizados como indicadores de condições ecológicas específicas, sendo bastante utilizados na determinação do estado trófico em corpos d'água, e como indicadores de poluição e das condições ambientais (NORDI & WATANABE, 1978; MARGALEF, 1983; PEJLER, 1983; BERZINS & PEJLER, 1989; MEDEIROS & HADEL, 1999; BRANCO ET AL., 2000).

Os Rotifera são altamente oportunistas, r-estrategistas e extremamente sensíveis aos ambientes submetidos à poluição orgânica (SLÁDECEK, 1983). São organismos cujas densidades refletem as variações temporais relacionadas às condições ambientais (Allan, 1976) e respondem rapidamente às mudanças na oferta alimentar, além de fazer parte da dieta de muitos crustáceos, peixes planctófagos e larvas de peixes (WOYNAROVICH, 1985).

No que se refere aos Rotifera de ecossistemas estuarinos, a literatura para o Brasil é bastante escassa (NEUMANN-LEITÃO, 1986; OLIVEIRA NETO & MORENO, 1999). As publicações mais antigas sobre Rotifera no Brasil datam da década de 1890 (ZELINKA, 1891). Em Pernambuco, rotíferos foram descritos em viveiros estuarinos djue Itamaracá, em trabalhos publicados por Paranaguá & Neumann-Leitão (1980, 1981). Neumann-Leitão (1986) descreveu as espécies de rotíferos e sua ecologia, sendo 5 espécies citadas pela primeira vez para o Brasil.

Um dos aspectos importantes nas relações ecológicas dos Rotifera são as respostas ou alterações na composição e abundância dos organismos, causadas pelas alterações da qualidade da água. Para entender melhor essas relações, é fundamental uma avaliação precisa da abundância de suas populações (ELLIOTT & TANG, 2009), bem como da variação no tamanho corporal das espécies-chave e das respostas populacionais às variações ambientais, principalmente em áreas estuarinas onde estas variações são acentuadas.

Os estuários são definidos como corpos de água costeiros semi-fechados que apresentam livre conexão com o mar aberto e no qual a água do mar é mensuravelmente diluída com a água derivada da drenagem terrestre (PRITCHARD, 1967; DAY JR. et al., 1989). A região estuarina é, geralmente, onde se encontra a maior concentração populacional, consistindo um dos principais meios de geração de renda para muitas famílias, além de ser um ecossistema de grande produtividade biológica, atuando como área de alimentação, berçário, refúgio, habitat e reprodução para várias espécies de importância ecológica e econômica (MCLUSKY & ELLIOT, 2004). Diversas intervenções humanas, porém, podem gerar alterações expressivas nos processos naturais e causar sérios impactos para o próprio ecossistema estuarino e, conseqüentemente, para a zona costeira adjacente.

Ao longo dos 187 km do litoral de Pernambuco, situam-se 13 áreas estuarinas protegidas por Lei. Destas, o Sistema Estuarino da Bacia do Pina é considerado caso especial de recuperação e posterior conservação, devido a sua completa descaracterização em decorrência da ocupação urbana desordenada (CPRH, 2011).

2. HIPÓTESE

A estrutura de sua comunidade de Rotifera é influenciada sazonal e temporalmente pela variação dos parâmetros ambientais.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar a estrutura da comunidade de rotíferos planctônicos (densidade, abundância, frequência de ocorrência, diversidade específica e equitabilidade) associando às principais variáveis ambientais em um sistema estuarino tropical impactado (Bacia do Pina, Recife – PE).

3.2 Objetivos Específicos

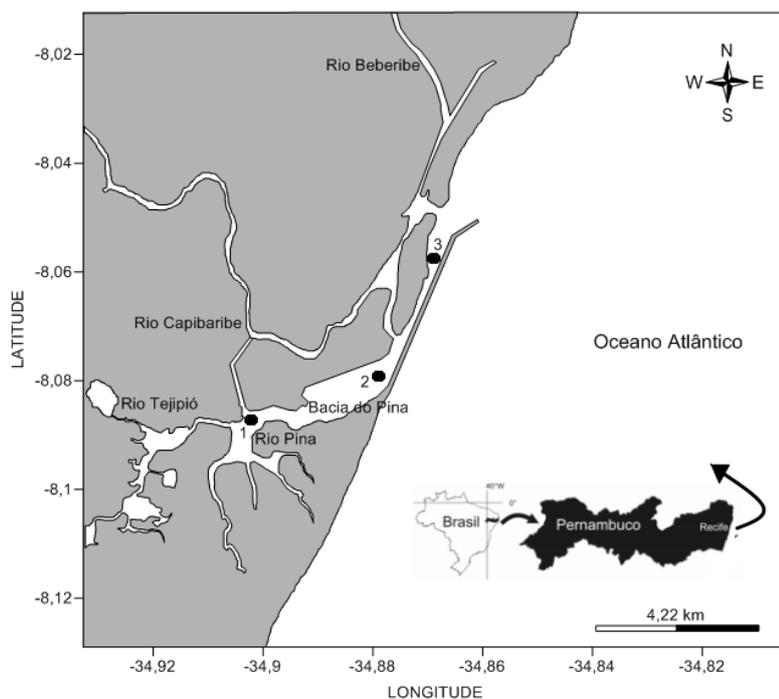
- a) Identificar, ao menor nível taxonômico possível, os organismos pertencentes ao filo Rotifera,
- b) Determinar as principais espécies indicadoras das condições ambientais;
- b) Estimar a biomassa da comunidade de rotíferos planctônicos, com destaque para as principais espécies encontradas no ambiente estudado;
- c) Avaliar como algumas forçantes ambientais regulam a comunidade de rotíferos, em escala espacial e temporal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da Área

O Complexo estuarino da Bacia do Pina ($8^{\circ}04'03''$ S e $34^{\circ}52'16''$ W), está localizado na parte interna do porto do Recife (capital de Pernambuco, Brasil). Separa-se do oceano Atlântico por um dique artificial, sendo formada pela confluência dos rios Tejipió, Jiquiá, Jordão, Pina e pelo braço sul do rio Capibaribe (Figura 1). É uma área portuária, onde há um constante tráfego de embarcações, funcionando também como um verdadeiro reservatório para descarga de indústrias e efluentes de esgotos domésticos (FEITOSA et. al., 1999). Possui uma extensão de 3,6 km e largura variável, sendo a mínima de 0,26 Km e a máxima de 0,86 Km, perfazendo uma área total de, aproximadamente, $2,02 \text{ Km}^2$. De acordo com a classificação de Köppen (1936), a área apresenta um clima do tipo As' denominado Tropical Quente Úmido (ANDRADE & LINS, 1984), com duas estações anuais de regime pluviométrico bem definidas: período de estiagem (setembro a fevereiro) e chuvoso (março a agosto). É um ambiente dinâmico e que exerce um papel de ampla importância socioeconômica, principalmente para a população ribeirinha de baixa-renda (FEITOSA, 1999).

Figura 1: Mapa do Complexo Estuarino da Bacia do Pina com a localização das estações de coleta 1, 2 e 3.



Fonte: A autora

4.2 Etapas de campo

No presente estudo foram realizadas três coletas no período de estiagem (setembro, outubro e novembro de 2011) e três no período chuvoso (junho, julho e agosto de 2012), durante a maré de sizígia. As coletas foram realizadas em três estações fixas: Estação 1 ($8^{\circ}05'00.23''\text{S}$ e $34^{\circ}53'59.75''\text{O}$) – próximo à ilha de Deus, na confluência dos rios Tejipió e Jordão; Estação 2 ($8^{\circ}04'23.96''\text{S}$ e $34^{\circ}52'27.77''\text{O}$) – próximo ao Iate Clube do Recife; e Estação 3 ($8^{\circ}02'42.25''\text{S}$ e $34^{\circ}51'47.45''\text{O}$) – próximo ao Marco Zero. Em cada estação, foram realizadas duas coletas nos estofos de maré (preamar e baixa-mar). As amostras de plâncton foram coletadas a partir de arrastos subsuperficiais horizontais (3 min), com uma rede de plâncton cônica de náilon, com 1 m de comprimento, 30 cm de diâmetro de boca e 65 μm de abertura de malha, com fluxômetro acoplado à boca da rede. Após as coletas, o material foi acondicionado em frascos plásticos e fixado com formol a 4%, neutralizado com bórax (5g L^{-1}), de acordo com a técnica descrita por Newell & Newell (1963).

Variáveis ambientais

Dados de salinidade foram obtidos pelo método de Mhor-Knudsen, descrito em Strickland & Parsons (1972). A temperatura foi medida através de um termômetro comum (-10 a 60°C), e o pH por intermédio de um pH-metro Beckman Zeromatic II. O oxigênio dissolvido foi estimado pelo método de Winkler, descrito em Strickland e Parsons (1972). A taxa de saturação do oxigênio foi medida usando-se a tabela da UNESCO (1973). A demanda bioquímica do oxigênio foi calculada de acordo com a técnica descrita na APHA (1985) e o teor de clorofila *a* medido através da análise espectofotométrica baseado em UNESCO (1966). A profundidade local foi medida com uma ecossonda manual LCD Sounder Plastimo Echotest. Os dados de transparência da água foram verificados em centímetros, com o auxílio de um disco de Secchi, com 30 cm de diâmetro, preso a um cabo graduado com valores marcados a cada 10 cm, mergulhando-se o disco na água e medindo a profundidade de seu desaparecimento visual. Os dados pluviométricos foram obtidos através do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para os anos de 2011 e 2012 e para média dos 20 anos (1992 a 2012).

4.3 Etapas de laboratório

Obtenção da biomassa do seston

A determinação da biomassa do plâncton foi obtida a partir do método volumétrico, através da diferença do volume da proveta com a amostra de plâncton e sem a amostra (apenas com o líquido) (BOLTOVOSKOY, 1981). A massa de plâncton foi removida de uma amostra, com auxílio de filtros de poro adequado (45 µm), onde se determinou previamente o volume da totalidade do líquido conservante. O volume de deslocamento foi avaliado através da diferença entre duas medições volumétricas efetuadas previamente e após a remoção do plâncton.

Biomassa dos táxons de Rotifera

Os cálculos para obtenção da biomassa de Rotifera seguiram a técnica descrita por Ruttner- Kolisko (1977). Essa técnica consiste em calcular o biovolume por meio do uso de fórmulas geométricas que mais se aproximam da forma de cada indivíduo. Uma vez calculado o volume, o mesmo é convertido em peso úmido assumindo-se a densidade específica de 1. Para a conversão de peso úmido para peso seco foi utilizado o fator 0,1 (BOTTRELL et al., 1976).

Todas as espécies de Rotifera foram analisadas com o auxílio de um microscópio óptico com ocular milimetrada. Os organismos foram fotografados com o auxílio de uma câmera Canon, modelo G15. No total foram fotografadas 108 placas tipo Sedgwick- rafter, o que corresponde ao número de subamostras analisadas.

Durante o processamento das imagens no programa image-J, foram feitas as conversões de pixels para micrometros de acordo com o aumento da lente utilizado no momento das análises e realizada a calibração para posteriormente realizar as medições.

Análise dos Rotifera

Foi realizada a identificação e contagem dos Rotifera, baseando-se na menor unidade taxonômica possível. Para cada amostra retirou-se três sub-amostras de 1 ml com uma pipeta tipo Stempel e vertidas em câmara tipo Sedgwick-Rafter, com posterior análise em microscópio composto. Na identificação e classificação dos organismos foram consultados, entre outros, Koste (1978), Neumann-Leitão (1986) e Segers (2007).

Densidade dos Rotifera e análises qualitativas

A densidade dos Rotifera (ind.m^{-3}) foi obtida através do número de indivíduos presentes por amostra (estimado a partir das subamostras), dividido pelo volume de água filtrada pela rede (m^3). Tal densidade foi calculada seguindo a fórmula: $D = N \cdot V_F^{-1}$, onde N é número de organismos nas amostras e V_F é o volume total de água filtrada. A abundância relativa foi calculada de acordo com a fórmula $Ar = N \cdot 100 / N_T$, onde N é o número total de organismos de cada táxon na amostra e N_T , o número total de organismos nas amostras, com os valores expressos em percentagem e obedecendo a seguinte classificação: Dominante ($>70\%$), abundante ($70-40\%$), pouco abundante ($40-20\%$) e raros ($\leq 20\%$). Para a frequência de ocorrência cada táxon foi submetido a fórmula $FO = N_A \cdot 100 / N_T$, onde N_A é o número de amostras em que o táxon ocorreu e N_T é o número de amostras analisadas. Os resultados estão apresentados em percentagem, sendo considerados muito frequente ($>70\%$); frequente ($70-40\%$); pouco frequente ($40-20\%$); e esporádico ($\leq 20\%$).

A partir dos dados de densidade foram feitas estimativas dos índices de diversidade específica e equitabilidade. A diversidade específica (H' ; bits ind^{-1}) foi calculada através do índice de Shannon (1948): $H' = - \sum pi \cdot \text{Log}_2 pi$, onde pi representa a abundância relativa do táxon i na amostra. Valores de H' acima de 3 bits ind^{-1} foram considerados elevados, entre 1 e 3 foram tidos como moderados e, abaixo de 1 bits ind^{-1} a amostra foi considerada de baixa diversidade (VALENTIN et al, 1987). Com relação à equitabilidade (J'), foi aplicada a fórmula proposta por Pielou (1977): $J' = H' \cdot \text{Log}_2 N_E^{-1}$, onde N_E representa o número de espécies identificadas na amostra. Este último índice varia entre 0 e 1, e indica como está a distribuição de indivíduos entre as espécies na amostra.

Análise Estatística

Todos os dados foram submetidos a análises de normalidade, a partir dos testes de Kolmogorov-Smirnov. Para resultados que mostraram tratar-se de dados com distribuição paramétrica foram aplicados o Teste-t (não pareadas) ou análise de variância (ANOVA, one-way, amostras não pareadas). Os resultados que mostraram tratar-se de dados com distribuição não paramétrica foram submetidos ao teste U de Mann-Whitney ou ANOVA de Kruskal-Wallis (amostras não pareadas) com o nível de 5% de significância. Os testes foram aplicados para verificar as diferenças entre os períodos, entre as marés e entre as

estações de coleta. Os dados também foram usados com o intuito de verificar a influência dos fatores abióticos da região estuarina sobre a comunidade de Rotífera. O programa usado para as análises foi o Statistica 8.0.

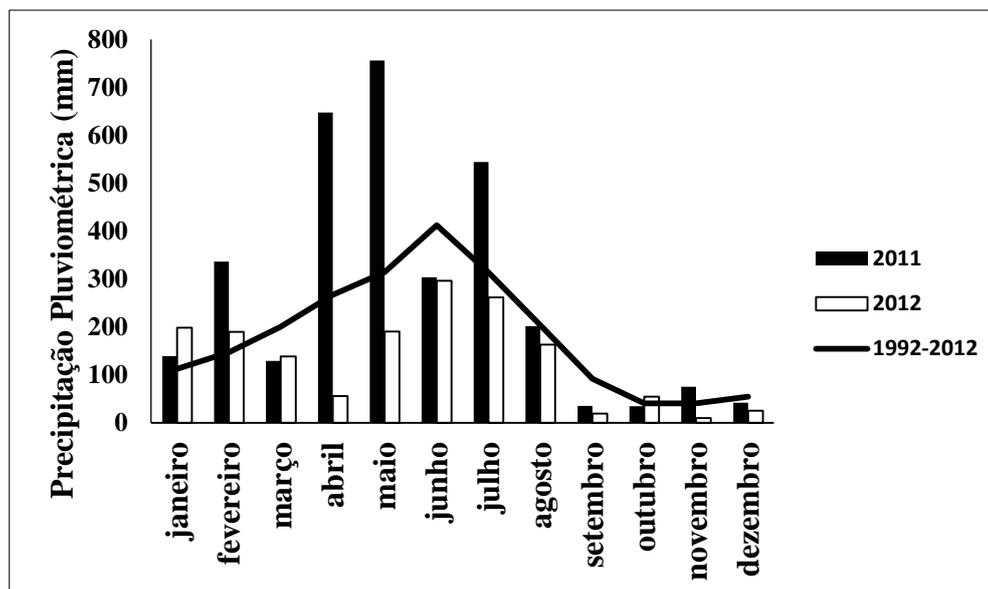
As relações entre as variáveis ambientais e a estrutura da comunidade de Rotífera foram analisadas usando a rotina BIOENV (CLARKE & GORLEY, 2006), definindo assim grupos de variáveis ambientais que melhor explicam a distribuição dos organismos. O banco de dados com a frequência de ocorrência das espécies, nos diferentes períodos de estudo e regime de maré, foi transformado com o log de $x+1$. A escala multidimensional (MDS) foi aplicada para representação gráfica da matriz triangular gerada com a similaridade de Bray-Curtis. Foi aplicado o coeficiente de correlação momento-produto de Spearman para verificar o grau de associação entre as variáveis ambientais e a comunidade de rotíferos. Essas análises foram realizadas no Software Primer 6.0.

5. RESULTADOS

5.1 Variáveis ambientais

Os dados pluviométricos referentes ao período de janeiro/2011 a dezembro/2012 registraram valor mínimo de 9,9 mm de chuva em novembro/2012 e máximo de 775,7 mm em maio/2011, tendendo a acompanhar a curva da média dos últimos 20 anos (1992 a 2012). Durante o período de coleta foi registrado valor mínimo de 34,6mm de chuva em outubro/2011 e máximo de 296,5 em junho/2012. Em relação ao total anual de chuvas foi observado que no ano de 2011 a precipitação foi de 3.245,7mm, com média anual de $270,47 \pm 252,46$, e no ano de 2012 de 1.604,0mm, com média anual de $133,66 \pm 98,54$ (Figura 2).

Figura 2: Total de chuvas (janeiro/2011 a dezembro/2012) e média mensal de chuvas (1992-2012).



Fonte: A autora

Os resultados dos testes estatísticos dos dados abióticos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Resultados dos testes estatísticos dos dados abióticos entre os períodos estudados, regime de marés e estações.

| | Período | Maré | Estação |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Temperatura | n.s. | p = 0,020279 | n.s. |
| Salinidade | n.s. | p = 0,000175 | p = 0,000690 |
| pH | P = 0,002320 | p = 0,042501 | n.s. |
| Clorofila a | p = 0,004998 | p = 0,000241 | n.s. |
| Oxigênio dissolvido | n.s. | n.s. | n.s. |
| Demanda bioquímica de oxigênio | p = 0,037916 | p = 0,032548 | n.s. |
| Profundidade | n.s. | p = 0,005366 | p = 0,000100 |
| Transparência da água | n.s. | p = 0,000534 | n.s. |

Fonte: A autora

A Profundidade no período de estiagem variou de 1,2 a 11,0 m, com valor médio de $4,95 \pm 3,55$ m. No período chuvoso variou de 1,47 a 12 m, com valor médio de $5,12 \pm 3,88$ m. Entre os períodos estudados não foram registradas diferenças significativas. A

profundidade variou de 1,2 a 10,5 m na baixa-mar, com valor médio de $4,30 \pm 3,56$ m. Na preamar variou de 2,5 a 12 m, com valor médio de $5,77 \pm 3,73$ m. Foram verificadas diferenças significativas entre as marés, onde os valores foram maiores na preamar (Mann-Whitney; $p = 0,0053$). Entre as estações de coleta foram registradas diferenças significativas (Kruskal-Wallis; $p = 0,0001$) onde a estação mais profunda foi a 3. Entre estações 1 e 3 (Mann-Whitney; $p = 0,000056$), e entre as estações 2 e 3 (Mann-Whitney; $p = 0,000131$).

A transparência da água no período de estiagem variou de 0,33 a 1,6 m, com valor médio de $0,89 \pm 0,36$ m. No período chuvoso os valores variaram de 0,30 a 1,75 m, com valor médio de $0,88 \pm 0,42$ m. Não houve diferença significativa entre os períodos (Teste-t; $p > 0,05$). Na baixa-mar os valores variaram de 0,3 a 1,4 m, com valor médio de $0,67 \pm 0,34$ m. Na preamar os valores variaram de 0,45 a 1,75 m, com valor médio de $1,09 \pm 0,31$ m. Foram verificados valores significativamente diferentes (Teste-t; $p = 0,000534$), onde foram superiores na preamar. Entre as estações foram verificadas diferenças (Anova; $p = 0,000074$). Entre a estação 1 e 3 (Tukey; $p = 0,000167$), e entre as estações 2 e 3 (Tukey; $p = 0,011628$).

A temperatura da água no período de estiagem variou de 27 a 30°C, apresentando valor médio de $28,27 \pm 0,77$ °C. No período chuvoso variou de 25 a 28°C, com valor médio de $26,61 \pm 0,95$ °C. Não foram registradas diferenças significativas entre os períodos (Mann-Whitney; $p > 0,05$). Na baixa-mar a temperatura variou de 26 a 30°C, com valor médio de $27,94 \pm 1,25$ °C, e na preamar variou de 25 a 28°C, apresentando valor médio de $26,94 \pm 0,87$ °C, mostrando valores significativamente superiores na baixa-mar (Mann-Whitney; $p = 0,020279$). Entre as estações não foram verificadas variações significativas (Kruskal-Wallis).

Com relação à salinidade, foi observada uma variação no período de estiagem de 5,82 a 35,49 com valor médio de $22,32 \pm 10,55$. No período chuvoso variou de 3,45 a 35,32 apresentando valor médio de $20,29 \pm 9,93$. Não foram registradas diferenças significativas para os valores de salinidade entre os períodos estudados (Teste-t; $p > 0,05$). Na baixa-mar a salinidade apresentou valores que variaram de 3,45 a 24,96, com valor médio de $14,74 \pm 6,83$. Na preamar variou de 6,10 a 35,49, com valor médio de $27,46 \pm 4,84$. Entre as marés, foram verificados valores significativamente superiores na preamar (Teste-t; $p = 0,000175$). Entre as estações foram registradas diferenças significativas (Anova; $p =$

0,000690). Entre as estações 1 e 2 (Tukey; $p = 0,003199$), e estações 2 e 3 (Tukey; $p = 0,001544$).

O Potencial Hidrogeniônico (pH), variou de 7,53 a 8,72 com valor médio de $8,13 \pm 0,36$ no período de estiagem. No período chuvoso variou de 7,05 a 8,42 com valor médio de $7,70 \pm 0,42$. O pH mostrou valores significativamente superiores no período de estiagem (Teste-t; $p = 0,002320$). Na baixa-mar o pH variou de 7,05 a 8,72, com valor médio de $7,76 \pm 0,53$. Na preamar os valores variaram de 7,31 a 8,54, com valor médio de $8,06 \pm 0,27$. Foram registradas diferenças significativas entre as marés (Teste-t; $p = 0,042501$) com valores superiores na preamar. Não foram registradas variações significativas entre as estações (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$).

O oxigênio dissolvido variou de 3,76 a 8,45 ml.L^{-1} no período de estiagem, com valor médio de $5,13 \pm 1,40 \text{ ml.L}^{-1}$. No período chuvoso variou de 0,46 a 6,64 ml.L^{-1} , com valor médio de $4,97 \pm 1,38 \text{ ml.L}^{-1}$. Não foram verificadas diferenças significativas entre os períodos (Teste-t; $p > 0,05$). Na baixa-mar o oxigênio dissolvido variou de 0,46 a 8,45 ml.L^{-1} , e apresentou valor médio de $5,49 \pm 1,75 \text{ ml.L}^{-1}$. Na preamar variou de 3,44 a 5,81, com valor médio de $4,61 \pm 0,65 \text{ ml.L}^{-1}$. Não foram registradas diferenças significativas entre as marés (Teste-t; $p > 0,05$), assim como não foram registradas diferenças significativas entre as estações (Anova; $p > 0,05$).

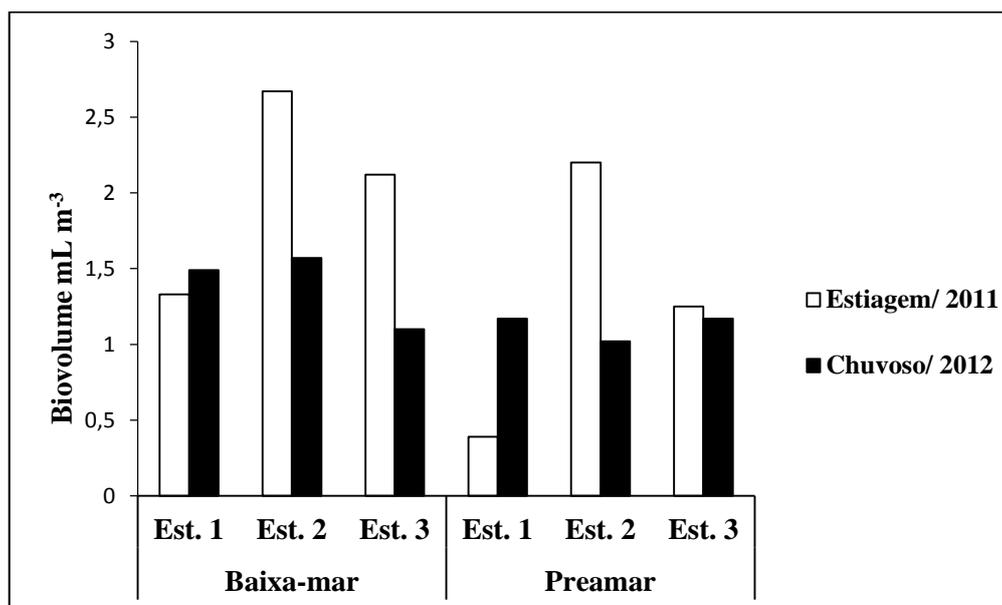
Com relação a Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO), no período de estiagem variou de 0,50 a 13,17 mg.L^{-1} , com valor médio de $4,55 \pm 0,36 \text{ mg/L}$. No período chuvoso variou de 0,16 a 4,86 mg.L^{-1} , e apresentou valor médio de $2,46 \pm 1,84 \text{ mg.L}^{-1}$. Entre os períodos foram registradas diferenças significativas (Teste-t; $p = 0,0037916$), onde os valores foram superiores no período de estiagem. Na baixa-mar o DBO variou de 0,16 a 13,17 mg.L^{-1} , com valor médio de $4,51 \pm 3,51 \text{ mg.L}^{-1}$. Na preamar variou de 0,36 a 6,48 mg.L^{-1} , com valor médio de $2,37 \pm 1,81 \text{ mg.L}^{-1}$. Os valores foram significativamente superiores na baixa-mar (Teste-t; $p = 0,032548$). Entre as estações não foram registradas diferenças significativas (Anova; $p > 0,05$).

Com relação à clorofila *a*, no período de estiagem variou de 0,78 a 48,97 mg.m^{-3} com valor médio de $18,30 \pm 13,53 \text{ mg.m}^{-3}$. No período chuvoso variou de 1,08 a 27,8 mg.m^{-3} apresentando valor médio de $8,13 \pm 6,60 \text{ mg.m}^{-3}$. Esses valores foram significativamente superiores no período de estiagem (Teste-t; $p = 0,004998$). Na baixa-mar, a clorofila *a* variou de 3,49 a 48,97 mg.m^{-3} com valor médio de $19,97 \pm 12,71 \text{ mg.m}^{-3}$. Na preamar

variou de 0,78 a 17,8 mg.m⁻³ apresentando valor médio de 6,46±4,84 mg.m⁻³. Os valores foram significativamente superiores na baixa-mar (Teste-t; p = 0,000241). Entre as estações não foram registradas diferenças significativa (Anova; p > 0,05).

O biovolume do seston variou de 0,29 a 2,67 mL.m⁻³ durante os períodos estudados, apresentando valor médio de 1,45±0,61 mL.m⁻³. No período de estiagem registrou valor médio de 1,66±0,82 mL.m⁻³ e no período chuvoso de 1,25±0,22 mL.m⁻³. Durante o período de estiagem o biovolume variou de 0,39 a 2,67 mL.m⁻³, apresentando valor mínimo na estação 1 durante a preamar e valor máximo na estação 2, na baixa-mar. No período chuvoso esse volume variou de 1,02 a 1,57 mL.m⁻³, onde os valores mínimo e máximo ocorreu na estação 2, na preamar e baixa-mar, respectivamente (Figura 3).

Figura 3: Biovolume médio do seston no estuário da Bacia do Pina (PE) durante os diferentes regimes de marés (Preamar e Baixa-mar), períodos (Estiagem/2011 e Chuvoso/2012) e estações (Est 1, Est 2 e Est 3).



Fonte: A autora

5.2 Estrutura da Comunidade

No Sistema Estuarino da Bacia do Pina, os Rotifera planctônicos identificados foram representados por 14 espécies (Tabela 2), pertencentes a 3 famílias (Philodinidae, Brachionidae e Trochosphaeridae), com cinco espécies ocorrendo exclusivamente na baixa-mar.

Tabela 2: Espécies encontradas no estuário da Bacia do Pina (PE) nos anos de 2011 e 2012 e sua ocorrência durante os diferentes regimes de marés (Preamar e Baixa-mar), períodos (estiagem e chuvoso).

| | Preamar | Baixa-mar | Estiagem | Chuvoso |
|---|---------|-----------|----------|---------|
| SUBCLASSE EUROTATORIA | | | | |
| SUPERORDEM DIGONONTA | | | | |
| FAMÍLIA PHILODINIDAE | | | | |
| <i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766) | + | + | + | + |
| <i>Rotaria</i> sp. | + | + | + | + |
| SUPEORDEM MONOGONONTA | | | | |
| ORDEM PLOIMIDA | | | | |
| FAMÍLIA BRACHIONIDAE | | | | |
| <i>Platylabus quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832). | - | + | - | + |
| <i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851). | - | + | + | + |
| <i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> (Pallas, 1766) | + | + | + | + |
| <i>Brachionus calyciflorus f. anuraeiformis</i> (Brehm, 1909) | + | + | + | + |
| <i>Brachionus caudatus caudatus</i> (Barrois & Daday, 1894) | + | + | + | + |
| <i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias, 1898) | + | + | + | + |
| <i>Brachionus plicatilis</i> (Muller, 1786) | + | + | + | + |
| <i>Brachionus havanaensis havanaensis</i> (Rousselet, 1911) | + | + | + | + |
| <i>Brachionus</i> sp. | + | + | + | + |
| <i>Keratella tropica tropica</i> (Apstein, 1907) | - | + | + | - |
| <i>Keratella americana</i> Carlin, 1943 | - | + | + | + |
| FAMÍLIA TROCHOSPHAERIDAE | | | | |
| <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834) | - | + | + | + |

Fonte: A autora

De acordo com os resultados encontrados, a densidade total (ind.m⁻³) não mostrou variação significativa entre os períodos estudados, bem como entre as estações de coleta,

sugerindo que não há uma variação sazonal e espacial (Figura 4). Em relação à maré (figura 5), foram encontrados valores significativamente superiores na baixa-mar (Mann Whitney; $p = 0,000147$). A tabela 3 apresenta todos os valores de densidade das espécies nos períodos, maré e estações estudadas.

No período de estiagem, a densidade total variou entre 1,29 e 8930,82 ind.m⁻³, com uma média de 176,33±803,12 ind.m⁻³. A menor e maior densidades ocorreram na estação 2 na preamar e baixa-mar, respectivamente (Figura 4). Valores significativamente superiores foram registrados na baixa-mar (Mann Whitney; $p = 0,001269$). As espécies que apresentaram maiores densidades médias no período de estiagem foram *Brachionus plicatilis* (1658,66±2330,4 ind.m⁻³), *Rotaria rotatoria* (200,87±752,31 ind.m⁻³) e *Brachionus caudatus caudatus* (136,20±345,59 ind.m⁻³). Neste período as espécies mais frequentes foram *Brachionus plicatilis* (100%), seguida por *Brachionus caudatus caudatus* (50%).

No período chuvoso a densidade total variou entre 5,18 e 26.519,7 ind. m⁻³, com uma média de 371,38±2.136,4 ind.m⁻³. A menor densidade foi registrada na estação 3 da baixa-mar e a maior densidade na estação 1 na baixa-mar (Figura 5). Registrou-se valores significativamente superiores na baixa-mar (Mann-Whitney; $p = 0,024342$). O número de espécie foi sempre superior na estação 1, e as espécies que apresentaram maiores densidades médias foram *Brachionus plicatilis* (4579,33±6828,9 ind.m⁻³), *Brachionus* sp. (423,87±566,8 ind.m⁻³) e *Brachionus caudatus caudatus* (64,47±177,4 ind.m⁻³). As espécies mais frequentes no período chuvoso foram *Brachionus plicatilis* (100%), seguida por *Brachionus* sp. (94%).

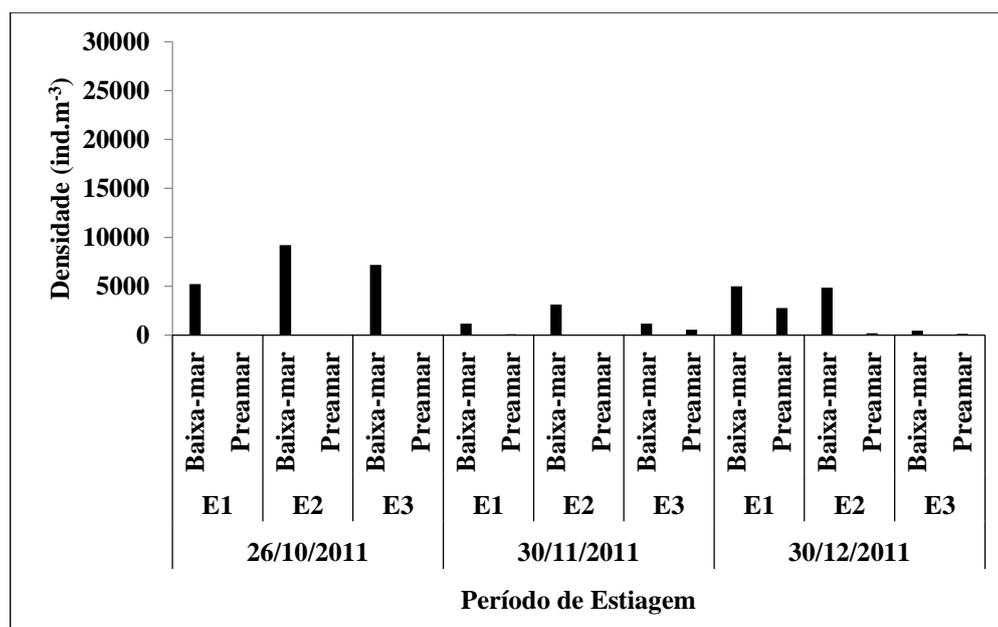
Para as espécies com maiores densidades numéricas não foram encontradas diferenças significativas entre os períodos estudados. Também não houve variação significativa entre as estações. Com relação à maré, foram registradas diferenças significativas para todas as espécies (Tabela 6), com valores superiores na baixa-mar: *Brachionus plicatilis* (Mann-Whitney; $p = 0,000798$); *Brachionus* sp. (Mann-Whitney; $p = 0,005411$); *Rotaria rotatoria* (Mann-Whitney; $p = 0,017119$); e *Brachionus caudatus caudatus* (Mann-Whitney; $p = 0,017650$) (Tabela 6).

Tabela 3: Densidade numérica (ind. m⁻³) das espécies encontrados por período (Estiagem e Chuvoso), por regime de marés (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.

| Espécie | Estiagem | Chuvoso | Preamar | Baixa-mar | E1 | E2 | E3 |
|--|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Rotaria rotatoria</i> | 3615,8 | 290,6 | 23,3 | 3883,0 | 345,4 | 242,5 | 3318,5 |
| <i>Rotaria</i> sp. | 284,5 | 311,4 | 90,2 | 505,6 | 319,0 | 98,7 | 178,1 |
| <i>Brachionus angularis</i> | 2126,3 | 225,3 | - | 2351,5 | 1725,9 | 484,3 | 141,4 |
| <i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> | 999,5 | 130,2 | 20,7 | 1108,9 | 560,4 | 276,3 | 293,0 |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> f. <i>anuraeiformis</i> | 1027,9 | 832,1 | 5,1 | 1854,7 | 1529,2 | 150,5 | 180,3 |
| <i>Brachionus caudatus caudatus</i> | 2451,7 | 1160,5 | 108,6 | 3503,5 | 2719,5 | 441,2 | 451,6 |
| <i>Brachionus falcatus</i> | 185,8 | 353,4 | 31,1 | 508,0 | 471,2 | 26,1 | 41,8 |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | 29856,0 | 82428,0 | 20555,5 | 91728,5 | 61405,0 | 34397,9 | 16481,1 |
| <i>Brachionus</i> sp. | 162,1 | 7629,8 | 782,1 | 7009,7 | 2430,2 | 2550,8 | 2811,0 |
| <i>Filinia longiseta</i> | 488,0 | 143,5 | 23,3 | 608,1 | 515,4 | 20,8 | 95,3 |
| <i>Keratella tropica tropica</i> | 20,8 | - | - | 20,7 | 10,4 | 10,4 | - |
| <i>Keratella americana</i> | 28,5 | 36,6 | - | 65,1 | 49,4 | 15,7 | - |
| <i>Brachionus havanaensis havanaensis</i> | 15,6 | 36,3 | 15,5 | 36,3 | 15,6 | 36,3 | - |
| <i>Platyias quadricornis</i> | - | 10,4 | - | - | 10,4 | - | - |

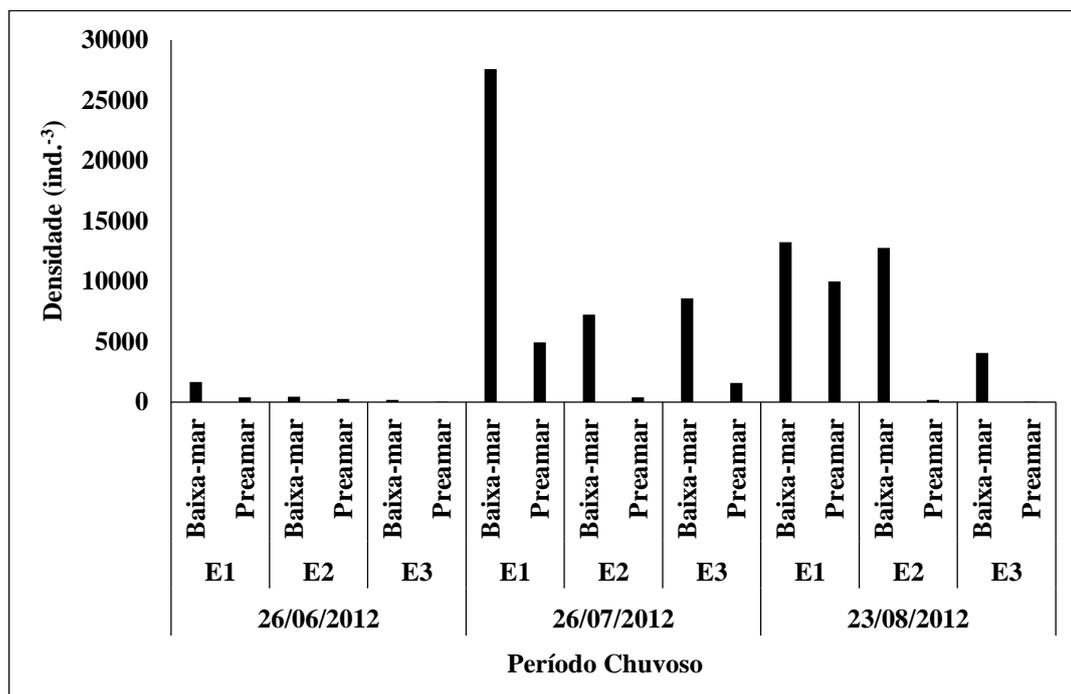
Fonte: A autora

Figura 4: Densidade total (ind.m⁻³) no período de Estiagem, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.



Fonte: A autora

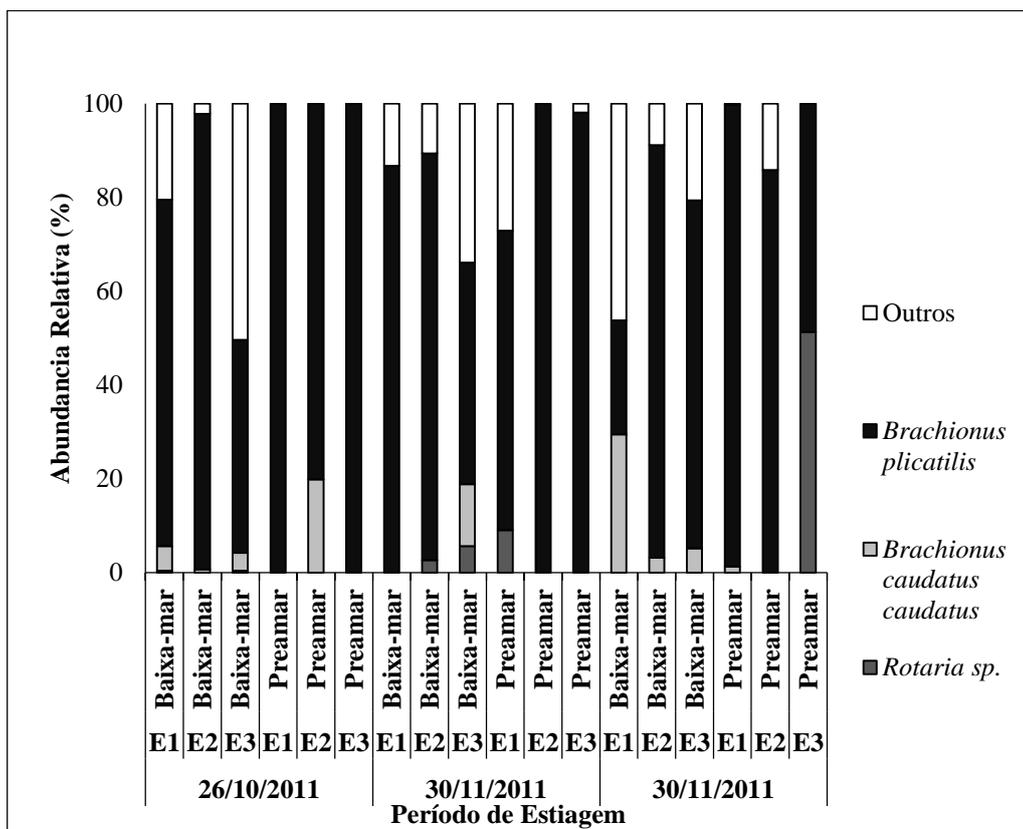
Figura 5: Densidade total (ind.m⁻³) no período Chuvoso, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.



Fonte: A autora

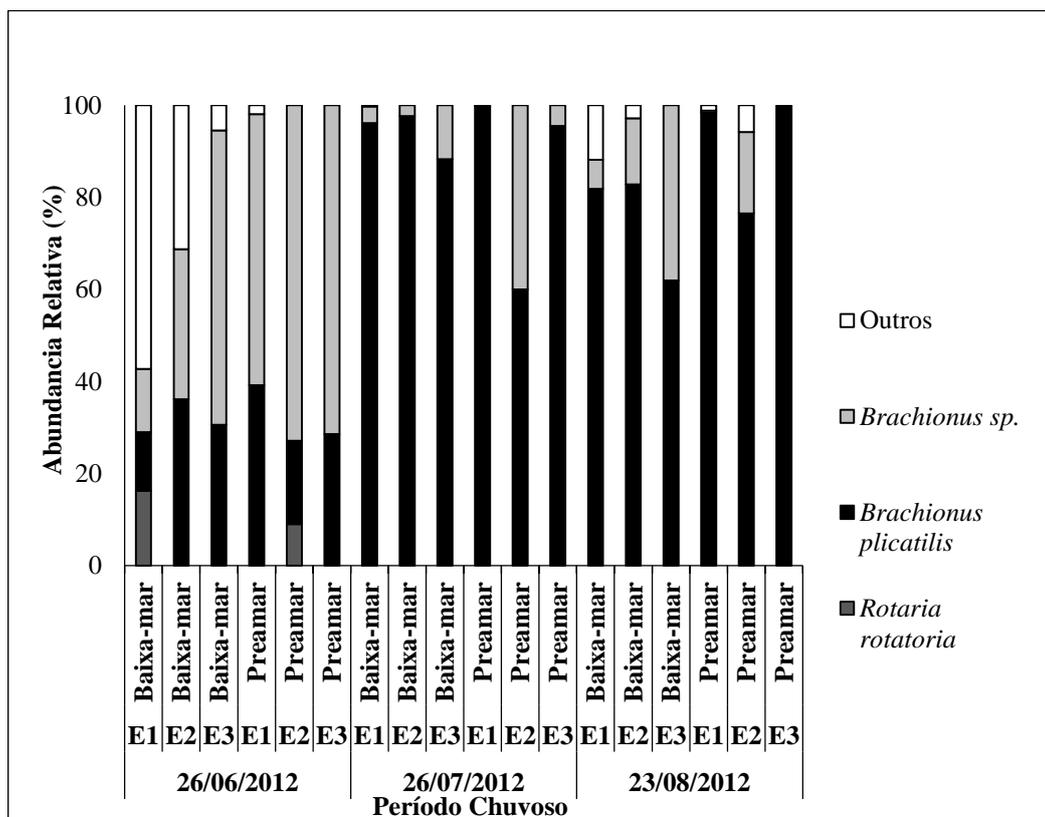
Durante o período de estiagem as espécies que apresentaram as maiores abundâncias foram *Brachionus plicatilis*, *Brachionus caudatu caudatus* e *Rotaria* sp. (Figura 6). No período chuvoso as maiores abundâncias foram registradas pelas espécies *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp. e *Rotaria rotatoria* (Figura 7).

Figura 6: Abundância Relativa (%) no período de Estiagem, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3), no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.



Fonte: A autora

Figura 7: Abundância Relativa (%) no período Chuvoso, por regime de maré (Preamar e Baixa-mar) e estação (E1, E2 e E3).



Fonte: A autora

Tabela 4: Resultados dos testes estatísticos dos dados biológicos (Densidade total e espécies com maiores densidades) entre os períodos estudados, regime de marés e estações, no estuário da Baía do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.

| | Período | Maré | Estação |
|-------------------------------------|---------|--------------|---------|
| Densidade total | n. s. | p = 0,000147 | n. s. |
| <i>Rotaria rotaria</i> | n. s. | p = 0,017119 | n. s. |
| <i>Brachionus caudatus caudatus</i> | n. s. | P = 0,017650 | n. s. |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | n. s. | p = 0,000798 | n. s. |
| <i>Brachionus sp.</i> | n. s. | p = 0,005411 | n. s. |

Fonte: A autora

A análise conjunta das variáveis ambientais analisadas junto com os valores de densidades da comunidade de Rotifera, permitiu observar que as variáveis salinidade e

clorofila *a* (Tabela 5) apresentaram uma alta correlação com a comunidade Rotifera ($p = 0,380$).

Tabela 5: Rotina BIOENV para a escolha das melhores combinações de variáveis explicativas para a distribuição da comunidade de Rotifera, no estuário da Bacia do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.

| Melhor combinação | Correlação de Spearman | P |
|--|-------------------------------|----------|
| Salinidade, Clorofila <i>a</i> | 0,380 | 0,01 |
| Salinidade, Clorofila <i>a</i> , Secchi | 0,354 | 0,01 |
| Temperatura, Salinidade, Clorofila, Secchi | 0,338 | 0,01 |
| Temperatura, Salinidade, Clorofila <i>a</i> | 0,333 | 0,01 |
| Clorofila <i>a</i> , Salinidade, Profundidade | 0,330 | 0,01 |
| Clorofila, Oxigênio, Salinidade | 0,316 | 0,01 |
| Clorofila <i>a</i> , pH, Salinidade | 0,316 | 0,01 |
| Clorofila <i>a</i> , pH, Salinidade, Secchi | 0,314 | 0,01 |
| Temperatura, Clorofila <i>a</i> , Salinidade, Profundidade | 0,314 | 0,01 |
| Clorofila <i>a</i> , Salinidade, Profundidade, Secchi | 0,308 | 0,01 |

Fonte: A autora

A diversidade das espécies foi baixa e foram observadas médias menores para o período de estiagem ($1,16 \pm 1,37$ bits.ind⁻¹) e maiores para o chuvoso ($1,20 \pm 1,21$ bits.ind⁻¹). Em relação à maré, a baixa-mar apresentou a maior média de diversidade ($1,99 \pm 1,19$ bits.ind⁻¹) em relação a preamar ($0,20 \pm 0,44$ bits.ind⁻¹). Em relação às estações a diversidade apresentou uma tendência de diminuição da estação mais interna ($1,42 \pm 1,37$ bits.ind⁻¹) para a mais externa ($1,0 \pm 0,54$ bits.ind⁻¹).

Em relação à equitabilidade, foram encontrados valores acima de 0,5 em todas as amostras, o que indica uma homogeneidade na distribuição dos indivíduos nas espécies da comunidade de Rotifera.

Tabela 6: Resultados da diversidade e equitabilidade durante os períodos estudados (estiagem e chuvoso), maré (baixa-mar e preamar) e estações (1, 2 e 3).

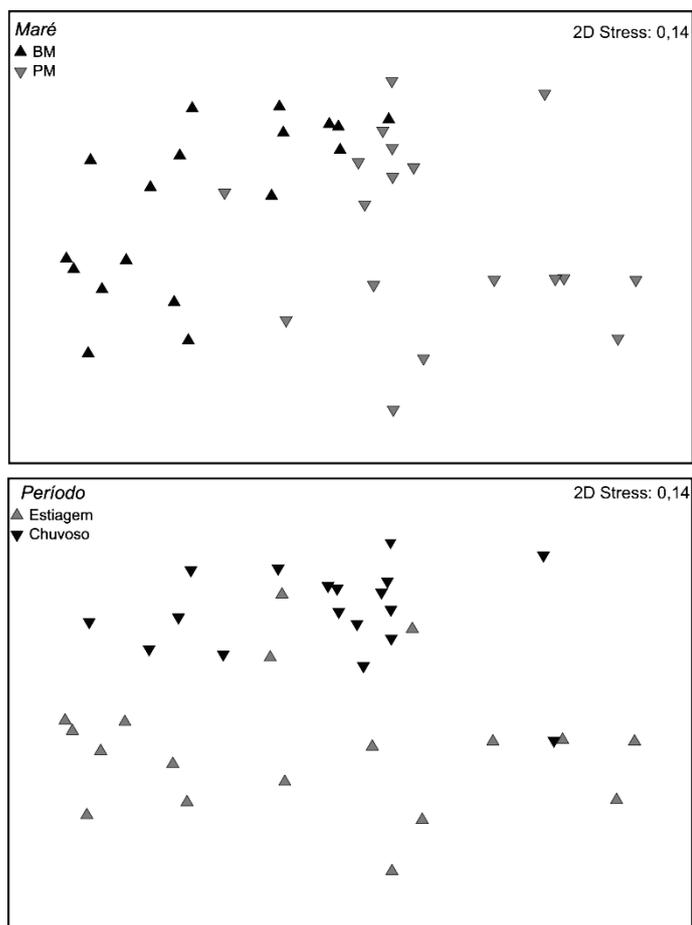
| | Estiagem | Chuvoso | Baixa-mar | Preamar | E1 | E2 | E3 |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Diversidade | 1,16± 1,37 bits.ind ⁻¹ | 1,20± 1,21 bits.ind ⁻¹ | 1,99± 1,19 bits.ind ⁻¹ | 0,20± 0,44 bits.ind ⁻¹ | 1,42± 1,37 bits.ind ⁻¹ | 1,29± 1,22 bits.ind ⁻¹ | 1,0± 0,54 bits.ind ⁻¹ |
| Equitabilidade | 0,95 | 0,95 | 0,97 | 0,93 | 0,94 | 0,96 | 0,96 |

Fonte: A autora

Utilizando o fator período, o MDS permitiu visualizar a partir dos dados de densidade, a separação das amostras entre estiagem e chuvoso. Para o fator maré também ficou evidente a separação entre as marés (Figura 8).

A partir do teste de correlação de Spearman, não foram encontradas correlações entre a densidade total dos organismos e os parâmetros ambientais analisados (temperatura, salinidade, clorofila *a*, oxigênio dissolvido, DBO, pH, profundidade e secchi). O teste também foi aplicado para as espécies com maiores densidades (*Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp., *Brachionus caudatus* e *Rotaria rotatoria*). Foram encontradas correlações positivas entre *Brachionus* sp. e clorofila *a* (Spearman; $p = 0,004645$, $r = 0,004645$), *Brachionus* sp. e salinidade (Spearman; $p = 0,000558$, $r = 0,546873$), *Rotaria rotatoria* e clorofila *a* (Spearman; $p = 0,016380$, $r = 0,397447$) e *Rotaria rotatoria* e temperatura (Spearman; $p = 0,035815$, $r = 0,351007$).

Figura 8: Similaridade da comunidade de rotífera em diferentes regimes de maré e períodos, no estuário da Baía do Pina, Recife (PE-Brasil) em 2011/2012.



Fonte: A autora

5.3 Biomassa dos Rotifera

Os resultados obtidos para a biomassa das espécies de Rotifera estão apresentados na tabela 7.

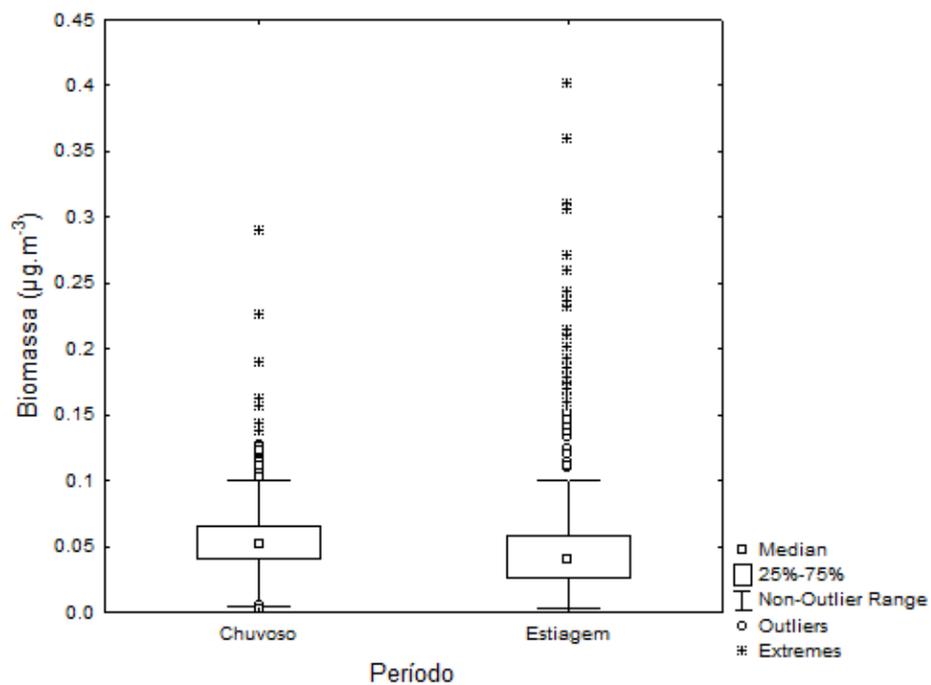
A comunidade de Rotifera apresentou $45,2616 \mu\text{g.m}^{-3}$ de biomassa total no período chuvoso, enquanto que no período de estiagem esse valor foi de $29,1514 \mu\text{g.m}^{-3}$. Foram registradas diferenças significativas (Man-Whitney; $p = 0,000000$) com valores superiores registrados no período chuvoso (figura 9). Durante a baixa-mar os valores de biomassa foram de $57,1512 \mu\text{g.m}^{-3}$, enquanto que na preamar foi de $17,2665 \mu\text{g.m}^{-3}$, sendo também registradas diferenças (Man-Whitney; $p = 0,000001$) com valores significativamente superiores na baixa-mar (Figura 10). Os maiores valores de biomassa foram registrados na estação 1 com $35,8169 \mu\text{g.m}^{-3}$, declinando em direção a estação 2 com $18,4186 \mu\text{g.m}^{-3}$ e estação 3 com $17,1915 \mu\text{g.m}^{-3}$. Entre as estações não foram registradas diferenças significativas (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$).

Tabela 7: Dados utilizados para determinação do biovolume e do peso seco das espécies de Rotifera, de acordo com Ruttner-Kolisko (1977).

| Espécie | Nº de indivíduos medidos | Medidas (a/b/c) (µm) | | | Fórmula geométrica do volume (µm) ³ | Volume (µm) ³ | Apêndices: fração do volume (µm) ³ | Volume dos apêndices (µm) ³ | Biovolume (µm) ³ | Biomassa PU (d=1g.cm ⁻³) µg.m ⁻³ | Biomassa PS (10% B. PU) µgPS.m ⁻³ |
|--|--------------------------|----------------------|-------|-------|--|--------------------------|---|--|-----------------------------|---|--|
| | | | | | | | | | | | |
| <i>Rotaria</i> sp | 42 | 229,7 | 95,2 | - | V=0,26ab ² | 1082525 | - | - | 1082526 | 1,0825 | 0,1082 |
| <i>Rotaria rotatoria</i> | 31 | 267,6 | 87,9 | - | V=0,26ab ² | 1075145 | - | - | 1075145 | 1,075 | 0,1075 |
| <i>Platylas quadricornis</i> | 1 | 164,8 | 181,6 | 60 | V=0,52abc | 933743 | 0,100 | 93374,3 | 1027118 | 1,0271 | 0,1027 |
| <i>Brachionus angularis</i> | 56 | 104,9 | 84,3 | 63,7 | V=0,52abc | 292917 | 0,100 | 29291,7 | 322210 | 0,3222 | 0,0322 |
| <i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> | 19 | 205,8 | 139,9 | 86,5 | V=0,52abc | 1295038 | 0,100 | 129503,8 | 1424542 | 1,4245 | 0,1424 |
| <i>Brachionus calyciflorus f. anuraeformis</i> | 39 | 225,7 | 141,5 | 86 | V=0,52abc | 1428202 | 0,100 | 142820,2 | 1571023 | 1,5710 | 0,1571 |
| <i>Brachionus caudatus caudatus</i> | 108 | 118,1 | 88 | 91,65 | V=0,52abc | 495300 | 0,100 | 49530,0 | 544830 | 0,5449 | 0,0544 |
| <i>Brachionus falcatus</i> | 25 | 136,1 | 105,2 | 63,7 | V=0,52abc | 474260 | 0,100 | 47426,0 | 521686 | 0,5217 | 0,0521 |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | 683 | 152,2 | 249,3 | 50,25 | V=0,52abc | 991462 | 0,100 | 99146,2 | 1090609 | 1,0906 | 0,1090 |
| <i>Brachionus havanensis havanensis</i> | 2 | 139,9 | 98,5 | 70,62 | V=0,52abc | 506040 | 0,100 | 50604,0 | 556644 | 0,5566 | 0,0556 |
| <i>Brachionus</i> sp. | 258 | 159 | 112,6 | 60 | V=0,52abc | 558586 | 0,100 | 55858,6 | 614445 | 0,6144 | 0,0614 |
| <i>Keratella tropica tropica</i> | 4 | 116,4 | 56,5 | 29 | V=abc | 190721 | 0,050 | 9536,0 | 200257 | 0,2002 | 0,0200 |
| <i>Keratella americana</i> | 5 | 93,1 | 55,7 | - | V=0,13ab ² | 37549 | - | - | 37549 | 0,0375 | 0,0037 |
| <i>Filinia longiseta</i> | 23 | 106,5 | 52,2 | - | V=0,52ab ² | 150901 | 0,010 | 1509,0 | 152411 | 0,1524 | 0,0152 |

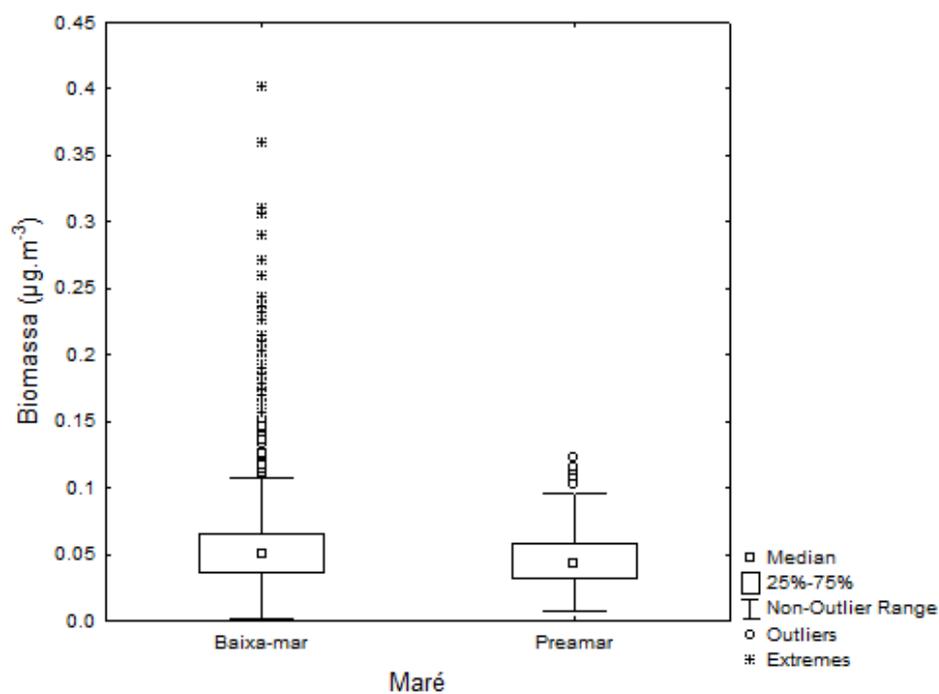
Fonte: A autora

Figura 9: Biomassa total das espécies de Rotifera ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes períodos (chuvoso e de estiagem).



Fonte: A autora

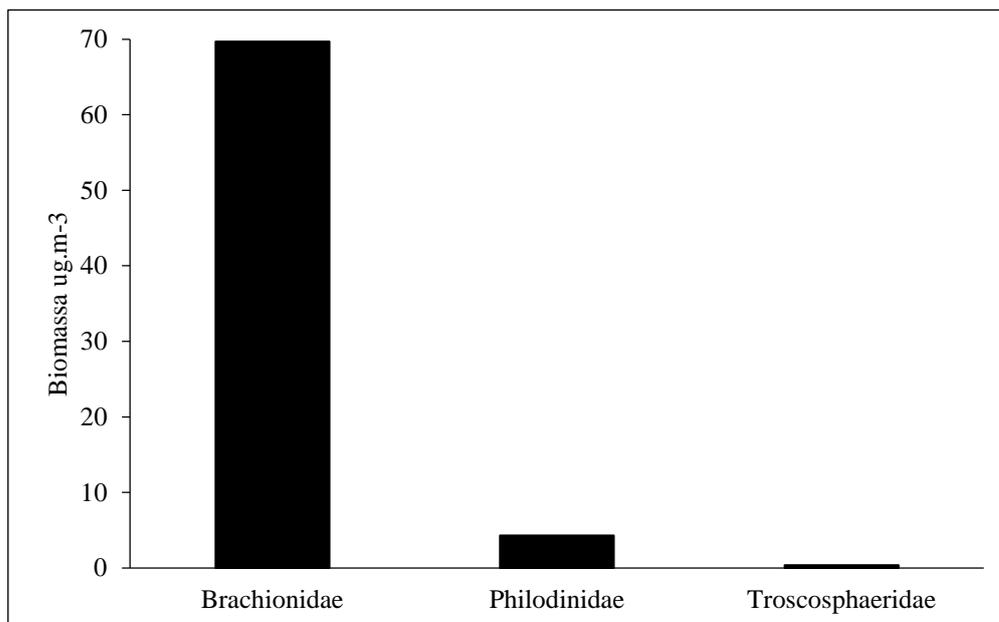
Figura 10: Biomassa total das espécies de Rotifera ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar).



Fonte: A autora

Durante todo o período de estudo a família Brachionidae apresentou os maiores valores de biomassa, seguida pelas famílias Philodinidae e Troscosphaeridae. Os resultados obtidos para os valores de biomassa das espécies de Rotifera agrupadas por família estão apresentados na figura 11.

Figura 11: Valores de biomassa ($\mu\text{g.m}^{-3}$) das espécies de Rotifera agrupadas por família para o Complexo estuarino da Bacia do Pina durante todo o período de estudo.



Fonte: A autora

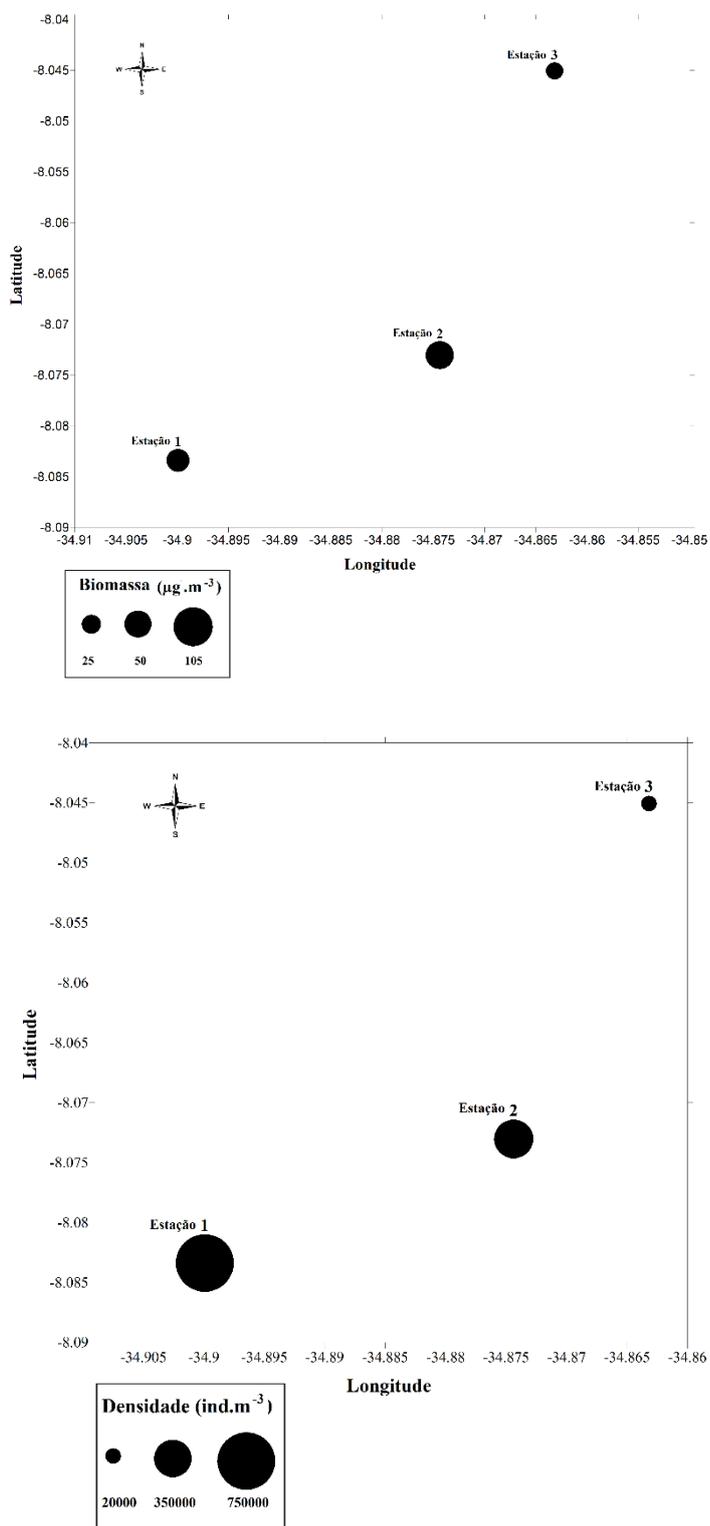
A família Brachionidae contribuiu com $69,6925 \mu\text{g.m}^{-3}$ de biomassa, sendo *Brachionus plicatilis* a espécie que apresentou o maior valor, contribuindo com $33,9571 \mu\text{g.m}^{-3}$ de biomassa, enquanto a espécie que apresentou o menor valor foi *Keratella americana* com $0,0234 \mu\text{g.m}^{-3}$. A família Philodinidae contribuiu com $4,3285 \mu\text{g.m}^{-3}$ de biomassa, onde o maior valor foi atribuído a espécie *Rotaria* sp. com $2,4061 \mu\text{g.m}^{-3}$, enquanto que o menor valor foi da espécie *Rotaria rotatoria* com $1,9224 \mu\text{g.m}^{-3}$. A família Troscosphaeridae foi a menos representativa, sendo composta apenas pela espécie *Filinia longiseta* que contribuiu com $0,3973 \mu\text{g.m}^{-3}$ de biomassa.

Foram calculados os valores de biomassa de todas as espécies para os diferentes períodos, maré e estação, cujos resultados estão apresentados na tabela 8. A figura 12 mostra a distribuição da densidade total e biomassa total nas diferentes estações durante todo o período de estudo.

Tabela 8: Valores de biomassa total ($\mu\text{g.m}^{-3}$) de todas as espécies para os diferentes períodos, maré e estação, cujos resultados estão apresentados na tabela.

| | Estiagem | Chuvoso | Baixa-mar | Preamar | E1 | E2 | E3 |
|--|-----------------|----------------|------------------|----------------|-----------|-------------|-----------|
| <i>Rotaria rotatória</i> | 0,7938 | 1,1285 | 1,8808 | 0,0416 | 1,1751 | 0,0029 | 0,7443 |
| <i>Rotaria</i> sp. | 1,0076 | 1,3985 | 1,5719 | 0,8342 | 0,5665 | 0,6457 | 1,1938 |
| <i>Platytas quadricornis</i> | - | 0,1027 | 0,1027 | - | 0,1027 | - | - |
| <i>Brachionus angularis</i> | 1,259 | 0,4131 | 1,6233 | 0,0488 | 1,1573 | 0,1539 | 0,3608 |
| <i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> | 2,2048 | 1,2467 | 3,2078 | 0,2437 | 1,1687 | 1,2871 | 0,9956 |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> f. <i>anuraeiformis</i> | 5,6229 | 0,9295 | 6,3328 | 0,2196 | 4,4096 | 0,8256 | 1,3171 |
| <i>Brachionus caudatus caudatus</i> | 4,729 | 2,0024 | 6,2479 | 0,4835 | 4,4429 | 1,057 | 1,2314 |
| <i>Brachionus falcatus</i> | 0,3021 | 0,9643 | 1,2511 | 0,0154 | 0,9916 | 0,2357 | 0,0391 |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | 11,8369 | 22,1202 | 22,7621 | 11,1948 | 14,3791 | 10,702 3 | 8,8755 |
| <i>Brachionus havanaensis havanaensis</i> | 0,0604 | 0,0483 | 0,0483 | 0,0604 | 0,0604 | 0,0483 | - |
| <i>Brachionus</i> sp. | 1,0282 | 14,7219 | 11,6493 | 4,1008 | 6,9468 | 3,485 | 5,3183 |
| <i>Keratella tropica tropica</i> | 0,0762 | - | 0,0762 | - | 0,0428 | 0,0334 | - |
| <i>Keratella americana</i> | 0,0041 | 0,0147 | 0,0234 | - | 0,0215 | 0,0019 | - |
| <i>Filinia longiseta</i> | 0,2264 | 0,1708 | 0,3736 | 0,0237 | 0,3519 | 0,0216 | 0,0237 |

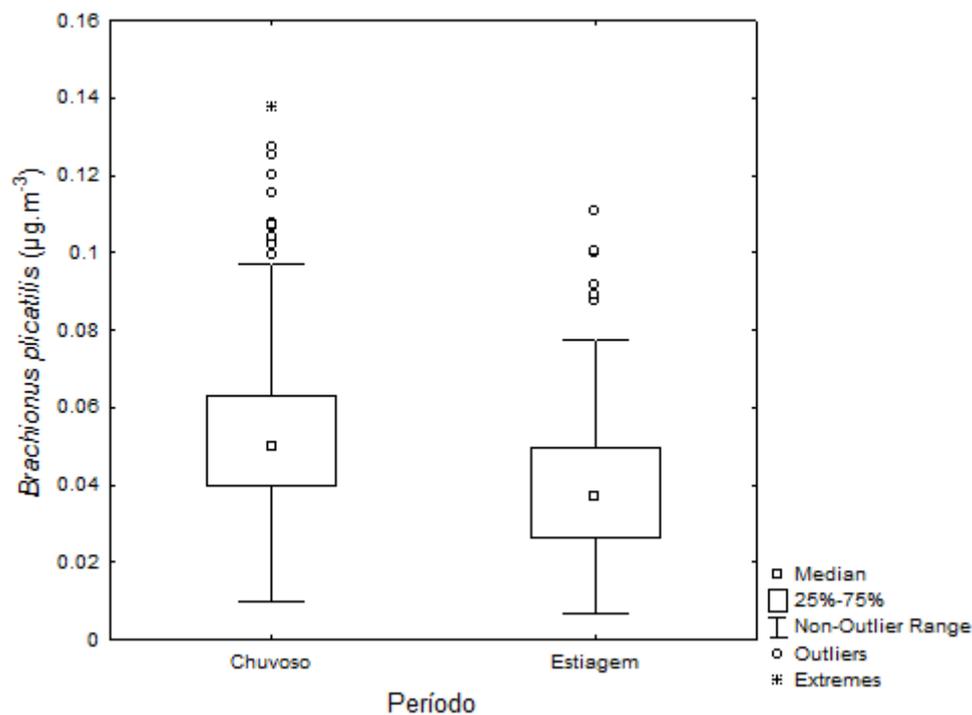
Fonte: A autora

Figura12: Distribuição da biomassa e densidade dos Rotifera por estação (1, 2 e 3).

Fonte: A autora

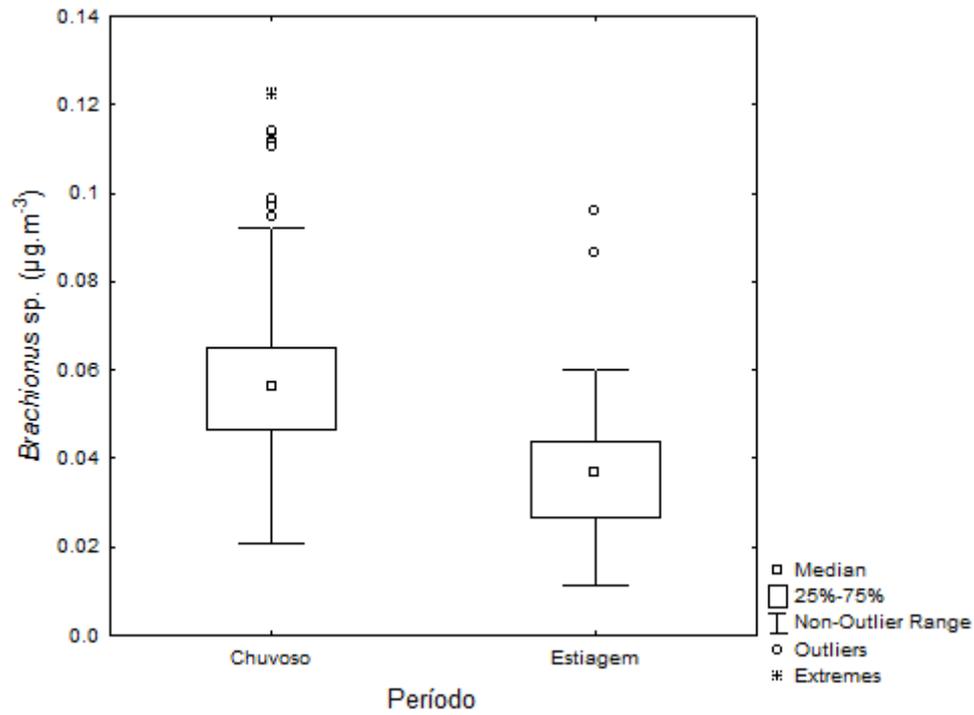
As espécies que mostraram os maiores valores de biomassa foram submetidas a análises estatísticas e verificada se houve diferença entre os períodos, marés e estações. Para os períodos estudados foram registradas diferenças para as espécies *Brachionus plicatilis* (Man-Whitney; $p = 0,000000$) (Figura 13) e *Brachionus* sp. (Man-Whitney; $p = 0,000000$) (Figura 14) com os maiores valores no período chuvoso. Com relação à maré, foram registradas diferenças significativas para as espécies *Brachionus calyciflorus* f. *anuraeiformis* (Teste-t; $p = 0,017441$) (Figura 15), *Brachionus caudatus caudatus* (Man-Whitney; $p = 0,000584$) (Figura 16) e *Brachionus plicatilis* (Man-Whitney; $p = 0,000039$) (Figura 17). Com relação às estações, não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das espécies.

Figura 13: Biomassa da espécie *Brachionus plicatilis* ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nos diferentes períodos (chuvoso e estiagem).



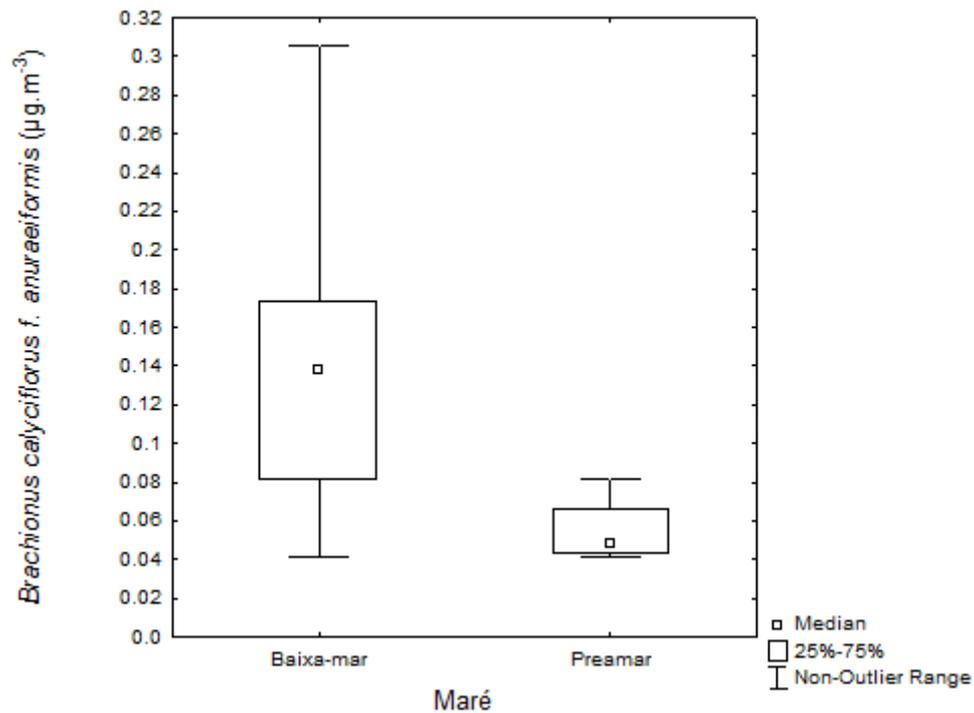
Fonte: A autora

Figura 14: Biomassa da espécie *Brachionus* sp. ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nos diferentes períodos (chuvoso e estiagem).



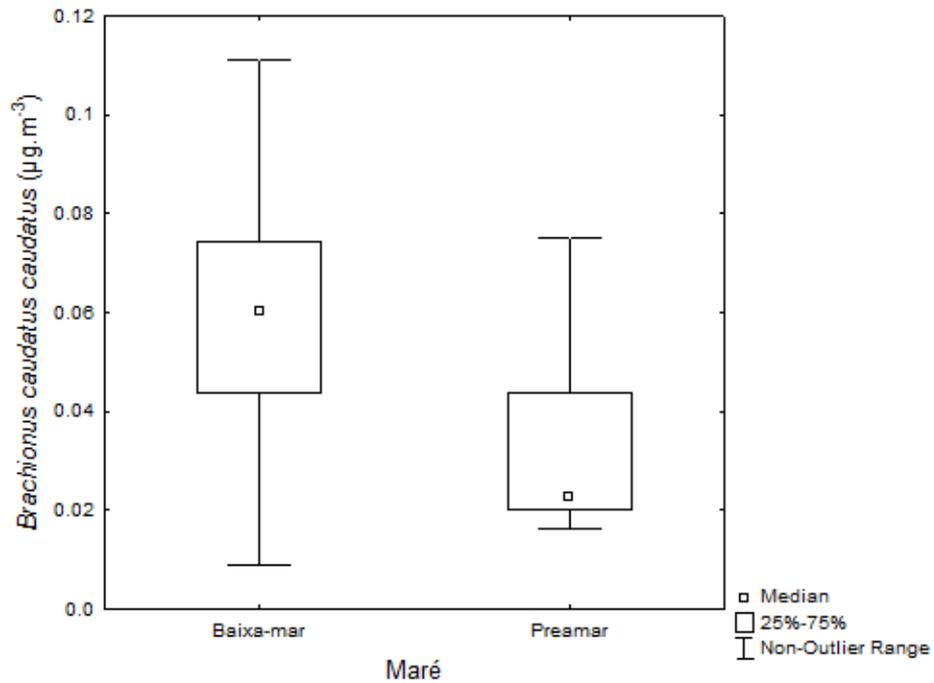
Fonte: A autora

Figura 15: Biomassa da espécie *Brachionus calyciflorus* f. *anuraeiformis* ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar).



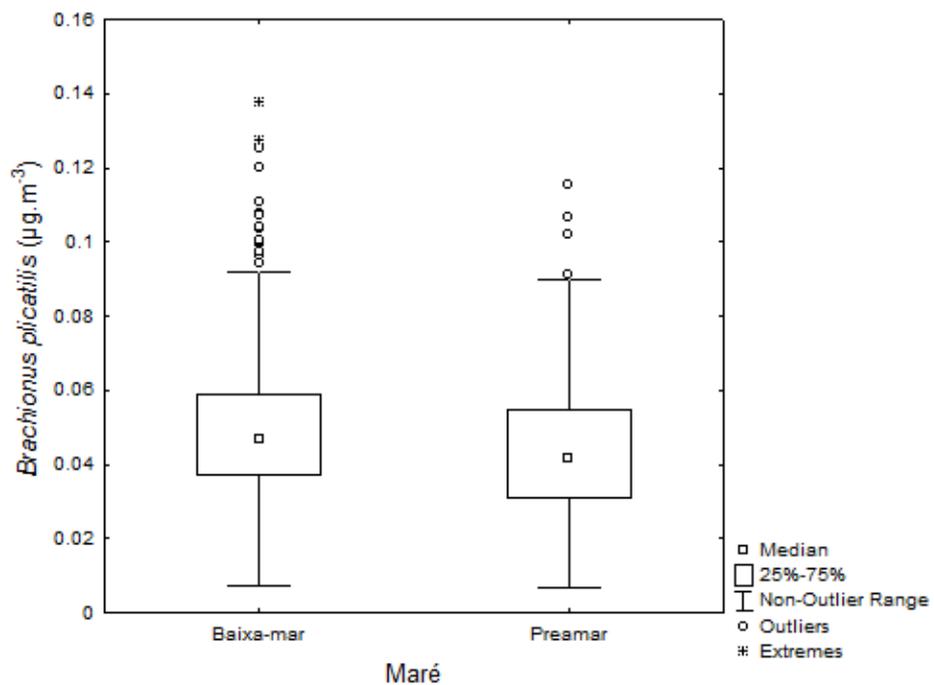
Fonte: A autora

Figura 16: Biomassa da espécie *Brachionus caudatus caudatus* ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar).



Fonte: A autora

Figura17: Biomassa da espécie *Brachionus plicatilis* ($\mu\text{g.m}^{-3}$) nos diferentes regimes de maré (Baixa-mar e preamar).



Fonte: A autora

6. DISCUSSÃO

O ambiente estuarino apresenta características de mistura de fluxos marinho e limnico, sendo essa mistura um desafio para a fisiologia dos organismos, onde poucos se adaptam a essas condições ambientais (MCLUSKY, 1989). Nos estuários as variações ambientais estão relacionadas com fatores como precipitação pluviométrica, regime de luz e movimentos sazonais da água, que são a circulação local e influência de correntes costeiras pela ação dos ventos (TUNDISI, 1970).

A composição taxonômica da comunidade de Rotifera do Complexo Estuarino da Baía do Pina apresentou menor riqueza, sendo registradas no presente estudo 14 espécies. Silva (1994) e Vitorio (2006) realizando estudos no mesmo local encontraram respectivamente 38 e 18 espécies. Essa redução do número de espécies pode estar associada à condição de eutrofização que a Baía do Pina vem sofrendo nos últimos anos, e que tem sido comprovada em estudos que vem sendo realizado ao longo dos últimos anos (FEITOSA ET. AL., 1999; NASCIMENTO, 2003; SANTOS, 2009). Os Rotifera estiveram representados por 3 famílias, onde se destacou os Brachionidae com 11 espécies.

Dentre os Brachionidae ocorreram os gêneros *Platyias*, *Brachionus* e *Keratella*. O gênero *Brachionus* foi o mais representativo, o que também foi verificado no estuário de Suape (PE) por Neumann-Leitão et al. (1992) e por Souza et al. (1998) para o estuário do rio Goiana (PE), apresentando o maior número de espécies, fato bastante comum em regiões tropicais (PEJLER, 1977).

O gênero *Platyias* apresentou apenas a espécie *Platyias quadricornis*, assim como nos estudos realizados na área estuarina lagunar de Suape (PE) (NEUMANN-LEITÃO et al., 1992) e de Goiana(PE) (SOUZA et al., 1998). Trata-se de uma espécie eurialina e geralmente encontrada em regiões tropicais e subtropicais (NEUMANN-LEITÃO, 1986).

A espécie *Brachionus plicatilis* se destacou, apresentando os maiores valores de densidade entre todas as espécies identificadas e ocorrendo em todas as amostras analisadas. Entre os Rotifera, é um dos táxons mais bem estudados, ocorrendo em amplas faixas de salinidade (KOSTE, 1978; CIROZ-PEREZ et al., 2001), sendo considerado um generalista ecológico (WALKER, 1981) e com distribuição cosmopolita (KOSTE, 1976), o que justifica sua notável importância no presente

estudo. Além desta espécie, *Brachionus* sp., *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus calyciflorus*, *Brachionus calyciflorus* f. *anuraeiformis*, *Brachionus caudatus*, *Brachionus falcatus*, *Brachionus havanaensis havanaensis* são bastante comuns em ambientes limnéticos, tendo sido representativas na estação mais interna e, principalmente, durante a baixa-mar, quando os valores de salinidade diminuíram. De acordo com Goel e Chavan (1991), as espécies do gênero *Brachionus* são tolerantes à poluição e indicam acúmulo de matéria orgânica, e tem sido apontadas como indicadoras de processo de eutrofização (GANNON & STEMBERGER, 1978; SLÁDECEK, 1983)

A família Philodinidae esteve representada pelo gênero *Rotatoria*, sendo identificada a espécie *Rotaria rotatoria*, fato que também ocorreu nos estudos de Neumann-Leitão et al. (1992), na área estuarina Lagunar de Suape (PE). Foi encontrado mais um representante deste gênero, porém não foi possível sua identificação, uma vez que fixados com formol, rotíferos de corpo mole como do gênero *Rotaria* e outros Bdelloidea muitas vezes apresentam sua coroa e pé retraídos, o que torna difícil sua identificação em nível de espécie (AZEMAR et al., 2010). *Rotaria rotatoria* é indicadora de forte poluição orgânica (RICCI, 1987; DOLLAN & GALLEGOS, 1992), o que pode ser percebido na Bacia do Pina, que encontra-se numa zona totalmente urbanizada e onde se observa o despejo de dejetos domésticos diretamente no corpo d'água. A presença destas espécies evidencia forte estresse ambiental em termos de poluição orgânica.

A família Trochosphaeridae esteve representada pela espécie *Filinia longiseta*, que apresentou maiores densidades no período de estiagem durante a baixa-mar. Comportamento semelhante foi encontrado para espécies do gênero *Filinia* que ocorrem no verão e com preferência para baixas salinidades no estuário do rio das Pérolas, na China (WEI & XU, 2014). Neumann-Leitão (1994) ainda cita essa espécie como dominante nas estações mais internas do rio Ipojuca (PE). *Filinia longiseta* é uma espécie cosmopolita, bastante comum em águas eutróficas e com forte poluição orgânica (GANNON & STEMBERGER, 1978; KOSTE, 1978).

As maiores densidades dos organismos ocorreram no período chuvoso durante a baixa-mar, o que também foi observado por Neumann-Leitão et al. (1992) para Suape. No entanto a densidade variou apenas em relação a maré, onde os maiores valores foram registrados na baixa-mar e foram aumentando à medida que se adentrava em

direção montante do rio. É provável que a densidade e a abundância de organismos tenham sido maiores durante o período chuvoso devido maior fluxo de água doce, pois a maioria das espécies identificadas são mais comuns e se desenvolvem melhor em águas com menor salinidade, fato também observado no estuário do rio Mossoró (RN) por Silva et al. (2009). A entrada de água doce é um fator importante para a determinação do número de espécies de Rotifera (ROUGIER ET AL., 2005; MAGALHÃES et al., 2006).

Estudos demonstram a importância de diversos fatores ambientais condicionantes na dinâmica e estrutura de comunidades zooplancônicas (REYNOLDS, 1984; HWANG, et al., 2003). Entre as condições ambientais, a salinidade foi um dos fatores determinantes nas características estruturais da comunidade de Rotifera, principalmente em função do regime de marés. Azemar et al. (2010) também verificaram o mesmo padrão para a comunidade de Rotifera no estuário do rio Shelde (Bélgica).

O Complexo estuarino da Bacia do Pina apresentou valores inferiores de salinidade na baixa-mar, onde estes não foram superiores a 25, e onde foram observadas as maiores densidades e abundâncias dos Rotifera. Padrão semelhante foi encontrado por Telesh (2004), que estudando ecossistemas estuarinos do mar Báltico afirma que a diversidade de espécies das comunidades de rotíferos se eleva, especialmente, nas águas salobras com baixos valores de salinidade. No estuário do rio Neva, no Golfo da Filândia, Rotifera varia regularmente dentro de um gradiente de salinidade entre 0,1 até 4. Com o aumento da salinidade, a biomassa total dos Rotifera diminuiu, contudo aumentou em seguida devido a presença de espécies eurialinas (TELESH & KHLEBOVICH, 2010). Rutner-Kolisko (1974) afirma que em águas estuarinas, à medida que aumenta a salinidade, ocorre uma diminuição do número de espécies de Rotifera. Esse mesmo padrão foi encontrado no delta do rio Danúbio (Mar Negro) (ZORINA-SAKHAROVA et al., 2014) e na baía El-Mex (Egito) (ABOUL EZZ et al., 2014).

Um gradiente decrescente da salinidade foi observado da estação mais externa (estação 3) para a mais interna (estação 1) do estuário, e as maiores densidades e abundâncias das espécies foram inversamente proporcionais a esse padrão. A variação de salinidade constitui-se fator condicionante para o estabelecimento das espécies, visto que pode oscilar em função da maré e da vazão dos rios (AZEVEDO et al., 2008). A

salinidade é um importante parâmetro hidrológico a ser analisado no estuário, servindo tanto no sentido de delimitar seu início e término, como também na distribuição dos organismos nesse ambiente (FEITOSA, et al., 1999). Entretanto, a salinidade não age por si só, sendo que fatores como predação podem alterar a comunidade dos Rotifera em ambientes salinos (WILLIAMS, 1998).

A temperatura é um fator que normalmente determina a distribuição das espécies, no entanto em estuários tropicais isso não ocorre devido à flutuação mínima dessa variável, mesmo em períodos climáticos distintos. Em estuários tropicais, a distribuição espacial e a abundância do zooplâncton estão associadas à salinidade. Não foram registradas diferenças de temperatura entre os períodos e as estações estudadas, fato também observado em vários estudos realizados em estuários de Pernambuco, tais como Bastos et al.(2005) no estuário do rio Una, Silva-Falcão et al. (2007) no rio Jaguaribe e Silva et al. (2009) no rio Formoso- PE. Na baixa-mar a temperatura manteve valores sempre mais elevados, o que provavelmente está relacionado às menores profundidades que ocorrem durante esse regime de maré, quando durante o dia o aquecimento solar é maior.

A clorofila *a* apresentou valores superiores no período de estiagem, o que pode ser decorrente de uma maior transparência da coluna d'água, visto que no período chuvoso essa transparência foi reduzida provavelmente pelo aumento da turbidez associada ao material em suspensão, assim como em trabalhos realizados anteriormente por Feitosa et. al., (1999) e Nascimento (2003). Valores altos de clorofila *a* são índices de alta disponibilidade de alimento (BORGES & PEDROZO, 2009), uma vez que o fitoplâncton é fonte fundamental de alimento para grande parte dos Rotifera planctônicos (POURRIOT, 1977), o que pode explicar suas altas densidades encontradas também no período de estiagem. *Brachionus* sp. e *Rotaria rotatoria* tiveram correlação com a clorofila *a* e a temperatura, o que também foi corroborado por Frutos (1998) em seus estudos com Rotifera. May & Bass (1998) também relataram um aumento na abundância de Rotifera com um aumento semelhante da concentração de clorofila *a* na água do rio Tamisa (Inglaterra).

Valores mais elevados de clorofila *a* no período de estiagem também foram encontrados no estuário do rio Goiana (PE) (FEITOSA et al., 1999), onde Souza et al. (1998) também registraram maior número de rotíferos. No rio Capibaribe (PE) (ANJOS et al., 2012) e rios Mamucabas e Ilhetas, em Tamandaré (PE) (LOSADA et al., 2003)

encontraram também maior clorofila *a* no período chuvoso, estuários em que Silva et al. (1996) e Porto Neto (2003), respectivamente, registraram maior abundância de rotíferos em anos diferentes. Em relação às marés, as concentrações de clorofila *a* foram significativamente diferentes, apresentando valores mais elevados nas baixa-mares. É também nas baixa-mares onde rotíferos predominam, como observado por Souza et al. (1998). Em ecossistemas aquáticos as concentrações de clorofila *a* podem ser um bom indicador da biomassa fitoplanctônica, além de constituir uma importante ferramenta para avaliar o estado tróficos (ESTEVEZ, 2011).

O pH não apresentou amplas variações, no entanto os maiores valores foram registrados no período de estiagem, o que reflete a influência de águas marinhas durante o baixo fluxo de água doce para o estuário. Os valores mais elevados ocorreram na preamar, sugerindo uma maior atividade fotossintética, além da influência do pH marinho. As espécies de rotíferos registradas na bacia do Pina são indicadoras de pH alcalino. Segundo Berzins & Pejler (1987) espécies de rotíferos indicando oligotrofia têm seu ótimo de desenvolvimento em pH menor do que 7, enquanto aquelas que indicam eutrofia ocorrem em pH maior do que 7; eventualmente, quando o pH está tendendo a acidez, geralmente os rotíferos encontrados são bentônicos ou semi-planctônicos.

Os valores obtidos para oxigênio dissolvido não apresentaram variação temporal e espacial, com os maiores valores sendo observados no período de estiagem e na baixamar, quando ocorrem maiores florescimentos de microalgas (FEITOSA et al., 1991). Nos estuários, as concentrações de oxigênio variam muito em função do hidrodinamismo das marés (BASTOS et al., 2005), contudo os rotíferos conseguem viver em baixos teores de oxigênio dissolvido ($\sim 2 \text{ ml.L}^{-1}$) (DHERT, 1996), inclusive tais condições favorecem o desenvolvimento de alguns gêneros, como *Rotaria* e *Filinia* (GANNON & STEMBERGER, 1978).

Os valores obtidos para Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO) foram superiores no período de estiagem. Valores de correlação positiva entre DBO e rotíferos foram registrados para o estuário de Cochin (India) (VARGHESE & KRISHNAN, 2011) em um ecossistema semelhante ao presentemente estudado, sendo contudo, mencionado que valores extremamente elevados de DBO podem inibir a presença de rotíferos.

A diversidade foi baixa em decorrência do pequeno número de espécies encontradas. Esse fato pode estar relacionado a altos valores de salinidade para os Rotatoria. Ainda de acordo com Omori & Ikeda (1984) quando a comunidade é dominada por uma ou poucas espécies a diversidade também decresce, fato que também foi observado no presente estudo. Ainda de acordo com Connel (1980), a instabilidade ambiental resultante do estresse crônico é o maior fator limitante da diversidade de espécies. Fatores como competição e predação também são determinantes para a baixa diversidade, pois à medida que os recursos tornam-se escassos, apenas as espécies mais eficientes prevalecem, o que resulta no baixo número de espécies (MACARTHUR, 1972). A diversidade apresentou valores maiores durante a baixa-mar, no período chuvoso e estação limnética assim como nos trabalhos de Sant'anna (1993); Silva (1994) e Neumann- Leitão (1986).

Os valores de equitabilidade foram superiores a 0,5 mostrando boa distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies.

Diversos fatores influenciam nos resultados obtidos para a biomassa de rotíferos, desde os métodos de preservação das amostras até os fatores físicos e químicos do ambiente, como condutividade da água, oxigênio dissolvido, o tempo de residência da água, pH, temperatura. Além destes, também atuam os fatores biológicos, como a qualidade e quantidade de alimento, pressão de predação e competição intra e interespecífica por recursos (ROSSA et al., 2007).

Dentre os organismos zooplancônicos, os Rotifera representam menor proporção de biomassa quando comparado com grupos como Copepoda ou Cladocera (ROCHA et al., 1995). No entanto, possuem maiores taxas de renovação e, em alguns ambientes, podem ser mais representativos não só em relação à densidade como também em relação à biomassa (HERNROTH, 1983, PACE & ORCUTT, 1981).

Foi observado que as espécies do gênero *Brachionus*, principalmente *Brachionus plicatilis* e *Brachionus* sp. estiveram presentes em todas as estações, períodos e marés e tiveram as maiores biomassas evidenciadas.

O peso seco de organismos de mesmo tamanho pode mudar de acordo com seu ciclo de vida, condições reprodutivas e estado nutricional (ROCHA, 1983). A qualidade e quantidade de alimentos representam os fatores mais importantes para o crescimento e reprodução dos Rotifera (DUNCAN, 1984; GALINDO et al., 1993) e os maiores valores

de biomassa na baixa-mar podem estar associados a maior disponibilidade de alimento como detritos orgânicos, bactérias e nanofitoplâncton, além da baixa pressão predatória tanto por crustáceos zooplancônicos como por alevinos, como descrito por Ulloa (2004) e Rossa et al. (2007). Além disso, durante as baixa-mares é quando o ambiente recebe o maior aporte limnético, trazendo diversas espécies de rotíferos, os quais encontram ambiente apropriado para se desenvolver devido ao curto ciclo de vida (NEUMANN-LEITÃO, 1986).

As diferenças de biomassa estimadas neste estudo podem ser reflexos do estado nutricional dos organismos, visto que no período de estiagem o estuário apresentou maiores concentrações de clorofila *a*. Algumas espécies, tais como *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus calyciflorus*, *Keratella tropica tropica*, *Brachionus havanaensis havanaensis*, *Brachionus caudatus caudatus*, *Brachionus calyciflorus f. anuraeiformis* e *Filinia longiseta* tiveram seus valores de biomassa mais elevados durante o mesmo período. Sendo os componentes da biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) de mais fácil digestibilidade, provavelmente isso permitiu melhor estado nutricional desses organismos.

Parâmetros ambientais influenciam na distribuição e abundância da comunidade de Rotifera de qualquer habitat aquático particular, como evidenciado pelo presente estudo. Na Bacia do Pina, independentemente de estações, rotíferos mostraram maiores correlações positiva com a diminuição da salinidade e o aumento da clorofila *a*, sendo estes os principais fatores estruturadores desse grupo, onde a clorofila *a* também influencia na biomassa da comunidade de Rotifera.

Tabela 9: Estudo com Rotifera em alguns estuários e baías, mostrando o país onde o estudo foi realizado, a malha utilizada, período de estudo, principais espécies com abundâncias e fonte.

| Estuário | País/ estado | Malha | Período de estudo | Principais espécies | Fonte |
|--|---------------------------|------------------------------|---|--|------------------------------|
| Complexo estuarino Lagunar de Suape | Brasil/ Pernambuco | 65 µm | Fevereiro e julho de 1978 | Entre 40 e 250 org.m ⁻³ | NEUMANN-LEITÃO et al. (1992) |
| Baía de Chesapeake (Rhode River Estuary) | EUA | | Março a setembro de 1991 | <i>Synchaeta cecilia</i> e <i>Brachionus plicatilis</i> . | DOLLAN & GALLEGOS (1992) |
| Estuário do rio Elbe | Alemanha | 30 µm | Março a julho de 1995 | <i>Keratella cochlearis</i> (1300 ind.l ⁻¹); <i>Brachionus calyciflorus</i> (601 ind. l ⁻¹) | HOLST et al. (1998) |
| Estuário do Rio São Francisco | Brasil (Sergipe) | 65 µm | Agosto de 1997 e janeiro de 1998 | <i>Rotaria</i> sp. (468 org.m ⁻³) | NEUMAN-LEITÃO et al. (1999) |
| Estuário do rio Shelde | Fronteira Belgica/Holanda | Filtrado em uma rede de 50mm | Dezembro de 1995 e mensalmente no período de janeiro a setembro de 1996 | Domínaram os gêneros <i>Brachionus</i> , <i>Filinia</i> , <i>Keratella</i> e <i>Rotaria</i> | TACKX (2004) |
| (Estuário do rio Kaw) | Guiana Francesa | 40 µm | Junho de 1999 e novembro de 2001 | <i>Synchaeta cecilia</i> (750 ind l ⁻¹) | ROUGIER et al. (2005) |
| Delta do Jacuí | Brasil/Rio Grande do Sul | 68 µm | Inverno de 2005 e verão de 2006 | <i>Keratella cochlearis</i> (16.684,15 ind.m ⁻³); <i>Polyarthra vulgaris</i> (6.982,93 ind.m ⁻³) | BORGES & PEDROZO (2009) |
| Estuário do rio Shelde | Fronteira Belgica/Holanda | Filtrado em uma rede de 50µm | Fevereiro de 2002 a dezembro de 2002 | <i>Brachionus calyciflorus</i> ; <i>Keratella cochlearis</i> e <i>Brachionus angularis</i> . | AZEMAR et. al. (2010) |
| Baía El-Mex | Egito | 55 µm | Outono de 2011 ao outono de 2012 | <i>Synchaeta oblonga</i> | ABOUL EZZ et. al. (2014) |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------|---|---|-----------------|
| Complexo estuarino da Bacia do Pina | Pernambuco/ Brasil | 65 µm | Setembro, outubro e novembro de 2011; junho, julho e agosto de 2012 | <i>Brachionus plicatilis</i> (1658,66 org. m ⁻³ estiagem) e (4579,33 org. m ⁻³ chuvoso); <i>Brachionus caudatus caudatus</i> (136,20 org. m ⁻³ estiagem) e (64,47 org. m ⁻³ chuvoso); <i>Brachionus</i> sp. (423,87 org. m ⁻³ chuvoso); <i>Rotaria rotatoria</i> (200,87 org. m ⁻³ estiagem); | Presente estudo |
|-------------------------------------|--------------------|-------|---|---|-----------------|

7. CONCLUSÕES

A riqueza da comunidade de Rotifera do Complexo estuarino da Bacia do Pina foi considerada baixa em relação a trabalhos pretéritos.

Foram observadas dominância das espécies do gênero *Brachionus*, com destaque para *Brachionus plicatilis* e *Brachionus* sp., que apresentaram as maiores densidade, abundância e biomassa durante todo o período de estudo, indicando ambiente altamente eutrofizado;

Rotaria rotatoria e *Rotaria* sp. são espécies indicadoras de forte poluição orgânica.

Não apresentou diferenças sazonal e espacial na distribuição dos Rotifera, contudo, quanto ao fator maré a análise representativa do MDS evidenciou uma nítida separação. O regime de marés influenciou na sua distribuição, sendo observada maior abundância, densidade e biomassa durante a baixa-mar do período chuvoso, quando o ambiente apresenta baixa qualidade;

Os Rotifera apresentaram papel relevante na ciclagem de nutrientes no Complexo estuarino da Bacia do Pina.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D. Life history patterns in zooplankton. **Am. Nat.**, 110:165-180. 1976.
- ANJOS, D. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; Honorato da Silva, M. Biomassa fitoplanctônica correlacionada aos fatores hidrológicos no estuário do rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**. Recife, 40 (1): 165-182. 2012.
- APHA. **Standart methods for the examination of water anda waster**. 16. ed. New York: [s.n.], 268 p. 1985.
- ARORA, H. C. **Rotifera as indicators of pollution CIPHERI Bulletin**. 3: 24. 1961.
- AZEMAR F.; MARIS T., MIALET B.; SEGERS H., VAN DAMME S.; MEIRE P.; TACKX M. Rotifers in the Schelde estuary (Belgium): a test of taxonomic relevance. **Journal of Plankton Research**, 32(7): 981-997. 2010.
- AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F.A N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no /golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, 22: 870-877. 2008.
- BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, 33 (1):1-18. 2005.
- BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; MACHADO, R. C. A.; MUNIZ, K. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca, Pernambuco - Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Florianópolis, 15(1): 01-10. 2011.
- BERZINS, B. & PEJLER, B. Rotifer occurrence in relation to temperature. **Hydrobiologia**. 175: 223–231. 1989.
- BHATTATHIRI, P. M. A. & DEVASSY, V. P. Effect of salinity on pigment concentrations of some tropical phytoplankters. **Indian Journal Fisheries**, New Dehli. 22 (1/2): 107-112. 1975.
- BRANCO, E. S.; FEITOSA, F. A. N.; FLORES MONTES, M. J. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos no

estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco - Brasil). **Tropical Oceanography** 30: 79-96. 2002.

BORGES, M. G. & PEDROZO, C. S. Zooplankton (Cladocera, Copepoda and Rotifera) richness, diversity and abundance variations in the Jacuí Delta, RS, Brazil, in response to the fluviometric level. **Acta Limnologica Brasiliensia**. 21(1):101-110. 2009.

BOTTRELL, H. H.; DUNCAN, A.; GLIWICZ, Z. M.; GRYGIEREK, E.; HERZIG, A.; HILLBRICHT-ILKOSKA, A.; KURAZAWA, H.; LARSSON, P.; WEGLENSKA, T. A review of some problems in zooplankton production studies. Norw. **J. Zool.**, 24: 12-456. 1976.

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

CIROS-PEREZ, J.; A. GÓMEZ. A.; SERRA. M. On the taxonomy of three sympatric sibling species of the *Brachionus plicatilis* (Rotifera) complex from Spain, with the description of *B. ibericus* n. sp. **Journal of Plankton Research** 23: 1311–1328. 2001.

CLARKE K. R. & GORLEY R. N. PRIMER v6. User manual/tutorial. Plymouth: **PRIMER-E Ltd**. 2006.

CONDEPE. **Perfil fisiográfico das bacias de Pernambuco**. Recife. 1: 275. 1980.

CPRH. **Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos**. Recife. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/>>. Acesso em: 02 out. 2011.

DAY JR., J. W.; C. A. J. HALL; W. M. KEMP; A. YANES ARANCIBIA. **Estuarine Ecology**. New York: J. Willey, 556 pp. 1989.

DHERT, P. Rotifers. In: **Lavens and Sorgeloos**. pp. 49-78. 1996.

DRESSEL, D. M.; D. R. HEINLE; M. C. GROTE. Vital staining to sort dead and live copepods. **Chesapeake Science**.13:156-159. 1972.

DOLAN, J. R. & GALLEGOS, C. C. Trophic role of planktonic rotifers in the Rhode River Estuary, spring-summer 1991. **Marine Ecology Progress Series** 85, 187-199.1992.

ELLIOT, D. T. & TANG, K. W. Simple staining method for differentiating live and dead marine zooplankton in field samples. **Limnology and Oceanography: Methods** 7: 584-594. 2009.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. & TUNDISI, J. G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): Composição e Distribuição Temporal. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 44 (1): 23-33. 1996.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Interciência. 828 pág. 2011.

HARRIS, R. P.; WIEBE, P. H.; LENZ, J.; SKJOLDAL, H. R.; HUNTLEY, M. (eds.). **ICES Zooplankton methodology manual**, Academic Press, San Diego, 684 p. 2000.

FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. Variação sazonal da produção primária na Bacia do Pina (Recife-PE). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife. 22: 65-82. 1991.

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA, K. M. P. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplânctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife, PE). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, 27(2): 1-13. 1999.

FEITOSA, F. A. N., SILVA-CUNHA, M. G. G., PASSAVANTE, J. Z. O., NEUMANN-LEITÃO, S. & LINS, I. A. Estrutura do microfitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** 27: 15-25. 1999.

FERDOUS, Z. & A. K. M. MUKTADIR. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. **American Journal of Applied Science**, 6: 1815-1819. 2009.

FRUTOS, S. M. Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos Salado y Negro: Planicie del Río Paraná – Argentina. **Revista Brasileira de Biologia** 58(3): 431-444.1998.

GANNON, J. E. & STEMBERGER, R. S. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicator of water quality. **Trans. Am. Micros. Soc.**, 97(1):16-35. 1978.

GREEN, J. **The biology of estuarine animals**. London, Sidgwick & Jackson, 401 p. 1968.

GOEL, P. K. & CHAVAN, V. R. Studies on the limnology of a polluted fresh water tank. In B. Gopal, and V. Asthana (Eds), Aquatic sciences in India. **Indian Association for Limnology and Oceanography**. 51-64. 1991.

HARRIS, R. P.; WIEBE, P. H.; LENZ, J.; SKJOLDAL, H. R.; HUNTLEY, M. (eds.). **ICES Zooplankton methodology manual**, Academic Press, San Diego, 684 p. 2000.

HERZIG, A. Comparative studies on the relationship between temperature and duration of embryonic development of rotifers. **Hydrobiologia** 104, 237-24. 1983.

HELLAWELL, J. M. **Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management**, Elsevier Applied Science Publishers, London, 518 p. 1986.

HERNROTH, L. Marine pelagic rotifers and tintinnids – important trofic links in the spring plankton community of the Gullmar Fjord, Sweden. **Journal of Plankton Research**, v.5 (6): 835:846. 1983.

HWANG, D. W.; KIM, G.; LEE, Y. W.; YANG, H. S. Measurement of ²²⁴Ra and ²²³Ra in the Nakdong River estuary and the South Sea of Korea. **J. Korean Soc. Oceanogr.**, v. 38, p. 80-86. 2003.

INCZE, L. S.; HEBERT, D.; WOLFF, N.; OAKEY, N.; DYE, D. Changes in copepod distributions associated with increased turbulence from wind stress. **Marine Ecology: Progress Series**. 213: 229–240. 2001.

JOHNSON, R. K.; WIDERHOLM, T.; ROSENBERG, D. M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species of benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M., Resh, V. H. (Eds.), **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York, pp. 40-158. 1993.

KOOPEN, W. **Das geographisca System der Klimate**, in: Handbuch der Klimatologie, edited by: Koppen, W. and Geiger, G., L. C. Gebr, Borntraeger, 1-44. 1936.

KOSTE, W. **Rotatoria**. Die Rädertiere Mitteleuropas. Gebrüder Borntraeger. Berlin. Stuttgart. Bd. I & II. 1978.

KUTIKOVA, L. A. **Rotifera**. In: Fernando C (ed.). A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton—Identification, Ecology and Impact on Fisheries. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands. 291p. 2002.

- LANDRES, P. B.; VERNER, J.; THOMAS, J.W. Critique of vertebrate indicator species. **Conservation Biology** 2, 316-328. 1988.
- LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. O. P.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 22(3): 711-722. 2008.
- LOSADA, A. P. M.; FEITOSA, F. A. N.; LINS, I. C. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré - PE) relacionada com parâmetros hidrológicos. **Tropical Oceanography** 31: 1-29. 2003.
- MAEMETS, A. Rotifers as indicators of lake types in Estonia. **Hydrobiologia**. 104:357-361. 1983.
- MAGALHÃES, A.; COSTA, R. M.; LIANG, T. H.; PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. J. S. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two Pseudodiaptomus species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté River Estuary (Amazon region – North of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, 66: 421-430. 2006.
- MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona, Ediciones Omega. 1983.
- MAY, L. & BASS, J. A. B. A study of rotifers in the River Thames, England, April-October. **Hydrobiologia**, 387-388(1-3): 251-257. 1998.
- NEUMANN-LEITÃO, S. **Sistemática e Ecologia dos rotíferos (Rotatoria) plantônicos da área estuarina lagunar de Suape- Pernambuco (Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Centro de Tecnologia e Geociência, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 261p. 1986.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M. N.; VALENTIN, J. L. The Planktonic Rotifers of the Estuarine Lagunar Complex of Suape (Pernambuco, Brazil). **Hydrobiologia** (The Hague), 232: 133-143. 1992.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; MELO, M. R.; PORTO NETO, F. F.; MOURA, M. C. O.; SILVA, A. P.; GUSMÃO, L. M. O. Zooplâncton do Estuário do Rio São Francisco-Nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 27(1): 33-54. 1999.
- NEW, M. B. Status of freshwater prawn farming: a review. **Aquaculture Research**. 26 (1): 1-54. 1995.

NEWELL, G. E. & NEWELL, R. C. **Marine Plankton**. A practical guide. Hutchinson, London: 244 pp. 1963.

NOGRADY, T.; WALLACE, R. L.; SNELL, T. W. **Rotifera**. Vol. 1. Biology, ecology and systematics. SBP Academic Pub. The Hague.1: 142. 1993.

NORDI, N. & WATANABE, T. Nota preliminar sobre os rotíferos (zooplâncton) do Açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, Paraíba. **Revista Nordestina de Biologia** 1(1):31-39. 1978.

NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology** 4, 355-364. 1990.

OLIVEIRA-NETO, A. L. & MORENO, I. H. Rotíferos. In: D. Ismael, W. C. Valentini, T. Matsumura-Tundisi & O. Rocha, (eds.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce**. São Paulo: FAPESP. 4: 39-52. 1999.

OMORI, M. & IKEDA, T. Methods in marine zooplankton ecology. **Wiley Interscience Publications**, New York. 331p. 1984.

PACE, M. L. & ORCUTT, J. D. JR. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in freshwaters zooplankton community. **Limnology and Oceanography**, v.26 (5):822-830. 1981.

PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Zooplankton dos viveiros de cultivo de peixes de Itamaracá, PE. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 3, n. especial, p.187-206. 1980.

PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S. Estudo ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco, brasil. XIII. **Rotíferos planctônicos dos viveiros de cultivo de peixes**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2, Recife: Assoc. Engenheiros de Pesca de Pernambuco, SUDENE, 413p. p. 233-241. 1981.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira marinha. In: Eskinazi-Leça E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M. F. (Ed.) **Oceanografia: Um cenário tropical**. Recife: Bagaço. 425-439. 2004.

PARSONS, T. R.; TAKAHASHI, M.; HARGRAVE, B. **Biological oceanographic processes** (3rd. Edition). Pergamon Press, Oxford. 332p. 1984.

PEJLER, B. On the global distribution of the family Brachionidae (Rotatoria). **Archiv für Hydrobiologie**, supplement 53: 255–306. 1977.

PEJLER, B. Zooplanktic indicators of trophic and their food. **Hydrobiologia**, 101: 111-114.1983.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York, Wiley, 385p. 1977.

PORTO NETO, F. F. **Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandaré reef system (Pernambuco - Brazil): anthropogenic influences and interaction with mangroves**. Tese Doutorado, Universidade de Bremen, Alemanha. 120 p. 2003.

POURRIOT, R. Food and feeding habits of Rotifera. **Arch. Hydrobiol.**, 8: 243-260. 1977.

PRITCHARD, D.W. **What is an estuary: physical viewpoint**. In: *Estuaries*. G.H. Lauff (Ed.). American Association for the Advancement of Science, nº 83, Washington D. C., 83. 1967.

REINOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton**. 1ª ed. Cambridge University Press, 384 p. 1984.

RICCI, C. Ecology of bdelloids: How to be successful. **Hydrobiologia** 147:117.127. 1987.

ROCHA, O.; SENDACZ, S.; MATSUMURA- TUNDISI, T. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs in Brazil. *Hydrobiologia*. In: Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M., Matsumura- Tundisi, T. (eds.). **Limnology in Brazil**. ABC/SBL, Rio de Janeiro, p 151-166. 1995.

ROSSA, D. C.; BONECKER, C. C.; FULONE, L. J. Biomassa de rotíferos em ambientes dulcícolas: revisão de métodos e fatores influentes. **Interciência**. Vol 32 (4) 220- 226. 2007.

RUTTNER-KOLISKO, A. **Plankton rotifers: Biology and taxonomy**. Die Binnengewässer, 26, Suppl., Schweizerbart, Stuttgart. pp: 146. 1974.

- RUTTNER-KOLISKO, A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Archive fur Hydrobiologie. Beih. Ergebn. Limnol.* 8: 71- 76. 1977.
- SANTOS, T. G.; BEZERRA-JUNIOR, J. L.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da Biomassa Fitoplanctônica e Variáveis Ambientais em um Estuário Tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca** 4(1). 2009.
- SEGERS, H. Annotated checklist of the rotifers (phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. **Zootaxa.** 1564:1- 104. 2007.
- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bulletim of System Technology Journal.**, 27: 379-423. 1948.
- SHELDON, R.W.; PRAKASH, A.; W. H. SUTCLIFFE, JR. The size distribution of particles in the ocean. **Limnology and Oceanography.** 17: 327-340. 1972.
- SILVA-FALCAO, E. C.; SEVERI, W.; ROCHA, A. A. F. Dinâmica espacial e temporal de zoeas de Brachyura (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia.** 97(4):434-440. 2007.
- SILVA, T. A. **Variação nictemeral e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Capibaribe- Recife – Pernambuco - Brasil.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 135 f.1994.
- SILVA, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R.; ROCHA, R. M.; LUCENA-FILHO, M. A.; SILVA, D. F. Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 4: 226-237. 2009.
- SILVA, M. H.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfítotoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 23(2): 355-368. 2009.
- SLÁDECEK, V. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia**, 100: 169-201. 1983.

STRICKLAND, J. D. H. & T. R. PARSONS. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa: **Fishery Research Board Canada**, 310 p. 1972.

SOUZA, F. B. V. A.; LEITÃO, S. N.; PARANAGUÁ, M. N. Rotifera do Sistema Estuarino do Rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 26(2): 31-62. 1998.

TACKX, M. L. M.; DE PAUW N.; VAN MIEGHEM, R.; AZÉMAR, F, HANNOUTI A.; VAN DAMME, S.; FIERS, F.; DARO, N.; MEIRE, P. Zooplankton in the Schelde estuary, Belgium and The Netherlands. Spatial and temporal patterns. **Journal of Plankton Research**. 26(2): 133-141. 2004.

TELESH, I.V. Plankton of the Baltic estuarine ecosystems with emphasis on Neva Estuary: a review of present knowledge and research perspectives. **Marine Pollution Bulletin** 49, 206–219. 2004.

TELESH, I. V. & KHLEBOVICH, V. V. Principal processes within the estuarine salinity gradient: a review. **Marine Pollution Bulletin** 61, 149-155. 2010.

TUNDISI, J. G. O. O plâncton estuarino. **Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, Série Oceanografia Biológica 19: 1-22. 1970.

UNESCO. **International Oceanographic Tables**. Wormly, v.2, 141 p. 1973.

ULLOA, V. Density and biomass of planktonic rotifers in different habitats in upper Paraná River (PR, Brazil). **Acta Limnol. Bras.** 16(3): 281-292. 2004.

VARGHESE, M. & KRISHNAN, L. Ecology of rotifers in Cochin backwaters, Kerala, India. **Indian Journal of Fisheries**, 58(3): 109-115. 2011.

VITÓRIO, U. S. R. **Rotíferos (Rotatoria) como indicadores de qualidade ambiental da bacia do Pina, Recife (PE- Brasil)**. 68p. 2006.

WALKER, K. F. A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis* Muller 1786. **Hydrobiologia**. 81: 159-167.1981.

WEI, N. & XU, R. Distinct difference of littoral rotifer community structure in two mangrove wetlands of Qi'ao Island, Pearl River estuary, China. **Zoological Studies**, 53:30. 2014.

WOYNAROVICH, E. **Manual de piscicultura**. Brasília: MINTER / CODEVASF. 71p. 1985.

WILLIAMS, W. D. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. **Hydrobiologia**, 381: 191-201. 1998.

ZELINKA, C. Studien uber Radertiere 3. Zur Entwicklungsgeschichte der Radertiere nebst Bemerkungen uber ihre Anatomie und Biologie. Zeitschr. **Wiss. Zool.**, s.1., v. 53, p. 1- 159. 1981.

ZORINA-SAKHAROVA, K.; LIASHENKO, A.; MARCHENKO, I. Effects of Salinity on the Zooplankton Communities in the Fore-Delta of Kyliya Branch of the Danube River, **Acta Zoologica Bulgarica**, Suppl. 7, 129-133. 2014.