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

MARILENE FELIPE SANTIAGO

DINÂMICA E INTERAÇÕES DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS NA BACIA PORTUÁRIA DO RECIFE (PERNAMBUCO-BRASIL)

SANTIAGO, M. F., 2007
Fotos originais

2010

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

DINÂMICA E INTERAÇÕES DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS NA BACIA PORTUÁRIA DO RECIFE (PERNAMBUCO-BRASIL)

MARILENE FELIPE SANTIAGO

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Maria da Glória G. da Silva Cunha

CO-ORIENTADORAS:

Profa. Dra. Kátia Muniz Pereira da Costa

Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão

RECIFE

2010

Catalogação na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S235d Santiago, Marilene Felipe.
Dinâmica e interações das comunidades planctônicas na Bacia Portuária do Recife (Pernambuco-Brasil) / Marilene Felipe Santiago. - Recife: O Autor, 2010.
180 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Profª. Drª. Maria da Glória G. da Silva Cunha.
Cp-Orientadores: Profª. Drª Kátia Muniz Pereira da Costa.
Profª. Drª. Sigrid Neumann Leitão.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2010.
Inclui Referências Bibliográficas e Apêndice.

1. Oceanografia. 2. Coletores (Rede e Garrara). 3. Ecologia. 4. Estuário Tropical. 5. Plâncton. 6. Porto. I. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.) BCTG/2011-052

MARILENE FELIPE SANTIAGO

DINÂMICA E INTERAÇÕES DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS NA BACIA PORTUÁRIA DO RECIFE (PERNAMBUCO, BRASIL)

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE

Data da defesa: 27 de dezembro de 2010.
Data de aprovação: 27 de dezembro de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha – Departamento d
Oceanografia / Universidade Federal de Pernambuco, UFPE

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante – Departamento de Oceanogr
/ Universidade Federal de Pernambuco, UFPE

Profa. Dra. Enide Eskinazi Leça – Departamento de Botânica / Universida
Federal Rural de Pernambuco, UFRPE

Prof. Dr. Rosildo Santos Paiva – Instituto de Ciências Biológicas / Universid
Federal do Pará, UFPA

Profa. Dra. Tamara Silva de Almeida – Departamento de Educação /
Universidade Estadual da Bahia, UEBA

RECIFE
2010

A minha Família que são os grandes incentivadores da minha jornada na vida profissional.

A vida, pois sem ela não poderia enfrentar as inúmeras dificuldades enfrentadas até a conclusão deste trabalho, em que por muitas vezes parecia uma grande zona de perigo. Pois como Charles Chaplin disse: "Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e viver com ousadia, pois o triunfo pertence a quem mais se atreve. E a vida é muito para ser insignificante".
Como, também, a vida não poderia existir se não fosse o amor de uma grande mulher – Josefa Barbosa Santiago, minha querida mãe.

AGRADECIMENTOS

A gratidão é uma dádiva que deve ser paga, mas que ninguém tem o direito de esperar que o seja (Jacques Russeau).

A Universidade Federal de Pernambuco, em especial o Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPG-O), na pessoa de suas ex-coordenadoras Profas. Dras. Lilia Pereira de Souza Santos e Núbia Chaves Guerra, e então, atuais coordenadores Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes e Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudo de nível doutorado.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), por intermédio do Projeto *Relações tróficas no sistema planctônico do complexo estuarino da Região Metropolitana do Recife - PE: influência na exportação de matéria orgânica e no fluxo de carbono atmosférico* (CNPq, 470481/2006-4), pela contribuição financeira nas coletas.

Ao Departamento de Oceanografia (DOCEAN), na pessoa dos ex-chefes Profa. Dra. Tereza Cristina Medeiros de Araújo e Prof. Dr. Moacyr Cunha de Araújo Filho, e em nome das atuais chefes Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão e Profa. Dra. Núbia Chaves Guerra, por propiciar o suporte estrutural e técnico deste trabalho, permitindo uso irrestrito de todas as suas dependências.

Ao 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em nome de Alissandra Mota, pela doação dos dados climatológicos que permitiram um maior conhecimento da área.

Ao sr. José Arnaldo do Restaurante Casa de Banho (Bar do Dique) e Catamarã Bar e Restaurante por permitir usar as suas instalações como ponto de apoio nas coletas de campo.

Esta tese não é só minha, mas de tanta gente! Que ao refletir sobre quantas participaram – uns ao longo de todo o percurso, outros em momentos específicos – me embaralho e sinto que não conseguiria enumerar todas as pessoas, e se eu for injusta peço perdão.

Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso (Charles Chaplin).

Às Profas. Doutoras Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha, Kátia Muniz Pereira da Costa e Sigrid Neumann Leitão, por terem aceitado, sem hesitar, orientar este trabalho de doutorado, pelos ensinamentos e ajuda que sempre estiveram dispostas a prestar. Também, pela confiança que sempre depositaram em mim, incentivando-me e ajudando-me a alcançar a finalização desta tese. E, por terem se tornado muito mais que simples orientadoras.

À Profa. Dra. Maria Luise Koening, que me ajudou na técnica de identificação do fitoplâncton no microscópio de luz invertida. E, juntamente com a Profa. Dra. Enide Eskinazi Leça estiveram sempre disponíveis em ajudar-me e apoiar-me em toda esta caminhada no conhecimento das microalgas.

A todos os professores do Departamento de Oceanografia, em especial os que fazem parte do grupo de Fitoplâncton, Produção primária, Zooplâncton e Química (Dra. 'Enide' Eskinazi Leça, Dra. Maria da 'Glória' Gonçalves da Silva Cunha, Dra. Maria 'Luise' Koening, Dr. 'Fernando' Antônio do Nascimento Feitosa, Dr. José 'Zanon' de Oliveira Passavante, Dra. 'Sigrid' Neumann Leitão, Dra. 'Dilma' Aguiar do Nascimento Vieira, Dra. 'Lúcia' Maria de Oliveira Gusmão, Dr. 'Ralf' Schwamborn, Dra. 'Kátia' Muniz Pereira da Costa, Dr. Manuel de Jesus Flores Montes – 'Manolo', e Dr. 'Silvio' José de Macêdo), não só por que se esmeraram em repassar informações preciosas, inerentes aos seus respectivos campos de conhecimento, como, também, pela amizade construída que já se estende por preciosos 10 anos. Principalmente, o Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante quem primeiro me acolheu, ensinando os meus primeiros passos na Oceanografia.

Ao Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, que pela solicitação da Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão, estendeu a mão na hora da elaboração do projeto deste trabalho, cedendo bibliografias e dando sugestões.

Aos Professores Dr. Moacyr Cunha de Araújo Filho e Dra. Carmem Medeiros Limongi do Laboratório de Física, Estuarina e Costeira (Lofec) do DOCEAN, com muita boa vontade disponibilizaram o perfilador CTD Seacat SBE-19 e o correntômetro marca Sensordata SD 30 para as coletas, essenciais à investigação desta tese.

Aos colegas do Departamento de Oceanografia, pela importantíssima ajuda quer nas saídas de campo quer no laboratório, e sem nenhuma ordem de prioridade:

aos técnicos de Laboratório Iara Correia Lins e Paulo Fernando Cavalcanti de Souza; a Hermes Ferreira de Paula; ao funcionário Severino Luiz dos Santos (Beto); ao Dr. Marcos Honorato da Silva; aos doutorandos Carlos Esteban Delgado Noriega e Douglas Henrique Cavalcanti dos Santos; ao Msc. Felipe Cunha Amâncio; a mestranda Ryssoaurya Keyla Travassos. E, a Zinaldo Ferreira dos Santos pela boa disposição, sempre presente, que embarcou e navegou comigo desde a formação do projeto.

A Profa. Dra. Lucia Maria Gusmão de Oliveira, professora de "Zooplâncton marinho" na especialização e "Sistemática e ecologia do zooplâncton" antes do mestrado, lembro-me do episódio que perguntei qual o nome do pedaço de Siphonophorae e ela puxou minhas "orelhas" perguntando como eu "bióloga" poderia dizer tamanha asneira, pois os organismos não têm pedaços e são compostos por partes. Mas, ao descobri que não era bióloga, me parabenizou, pois nunca usei isso como muletas para encobrir minha deficiência na biologia e perguntou-me como, então cheguei até aqui. Então respondi que: foi a oportunidade que tive na vida e como o plâncton segui. Como, também, no final da especialização que era para decidir, três pessoas em momentos diferentes indicaram o prof. Zanon, coloquei na mão de Deus, perguntando-o como Licenciada em Geografia iria para Fitoplâncton, era isso mesmo? Então, no dia seguinte, um colega de especialização marcou para me encontrar depois do almoço no DOCEAN e sem saber para que? Fui. Quando ele chegou me levou até a sala do Prof. Zanon e, simplesmente, apresentou como meu orientador. Ficamos espantados, pois nem eu nem ele esperávamos, mas conversamos e ficamos de testar como estágio, para ver se dava certo. E, aqui estou.

Esta história deu tamanha saudade, e não poderia deixar fora desses agradecimentos a minha eterna profa. Rachel Caldas Lins, que no início da vida universitário, chamava atenção dando tantos "puxões de orelha" e "carões", como se fosse uma mãe, até eu ter coragem, e perguntar por que ela fazia aquilo comigo e com pouquíssimos alunos, a resposta me surpreendeu, agora caiu à ficha, ela disse que fazia isso somente com os alunos que via ter potencial e que precisava de incentivo para ir adiante. Também, do seu amigo prof. Lucivânio Jatobá, que um dia voltei à sala de aula dele, já formada e terminando especialização em Oceanografia. No final da disciplina ele ressaltou alguns alunos que tinha passado por ele no

primeiro ano de Universidade e merecia uma honrosa menção, fiquei “boquiaberta” quando falou meu nome, pois não esperava ser um deles. Ele disse que a minha entrada no DOCEAN, pode não ter sido a melhor, mas foi uma das melhores coisas que tinha acontecido comigo, pois no início, assim que entrei na UFPE, no curso de Geografia, eu entrava calada, saia muda, nem “piscava” e nem falava com ninguém dentro da sala de aula, mas a especialização fez com que eu diminuísse uma timidez tremenda que tinha e me fez, sim, uma profissional por completo.

A profa. Dra. Tamara de Almeida e Silva do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia (UEBA), mas presente, quando pode, no DOCEAN, que sempre me deu dicas, desde a disciplina de Zooplâncton marinho na especialização, para que eu (licenciada em Geografia) conseguisse seguir em frente nesta área e agora, novamente sobre os organismos zooplanctônicos, presentes na minha vida. E, junto com o Prof. Dr. Antônio Lemos de Vasconcelos Filho do DOCEAN, UFPE, e a Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda do Departamento de Ciências Físicas e Biológicas da Universidade Regional do Cariri (URCA), que neste tempo (10 anos) dividiram comigo não só conhecimentos, mas também, sem dúvida, momentos de descontração.

À Myrna Medeiros Lins (Secretaria da Pós-Graduação em Oceanografia) e a Zacarias de Oliveira Passavante (Secretario do DOCEAN), pela colaboração prestada no decorrer, não só deste trabalho, mas desde a minha entrada no DOCEAN.

Especial, a Gislayne Cristina Palmeira Borges (parceria nas contagens das amostras), a Jucicleide Cabral de Lima e Carlos Esteban Delgado Noriega (minha mão para esclarecimentos e feitos da “Oceanografia Física” neste trabalho), além da disposição contínua, sempre estiveram solícitos em ajudar em todo o período deste trabalho. E, a Gabriela Cavalcanti de Oliveira, sob a orientação da profa. Lúcia, pela contagem dos organismos zooplanctônicos.

Aos colegas do Laboratório de Plâncton do DOCEAN, por ordem alfabética, Christiana Kelly da Silva Grego, Douglas Henrique Cavalcanti dos Santos, Felipe Cunha Amâncio, Leandro Cabanez Ferreira, Lizandra Rafaela Lorena Santos Barbosa, Marcos Honorato da Silva, Marina, Mauro de Melo Júnior, Pedro Augusto Mendes de Castro Melo, Rafael Viana Pestana, Rafaella Brasil Bastos, Valdylene

Tavares Pessoa e Xiomara Franchesca Garcia Diaz, pelo bom convívio do dia a dia de trabalho.

Aos colegas de turma do curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, em especial a Christiana Kelly da Silva Grego, Carlos Esteban Delgado Noriega e Hélida Karla Philippini da Silva com quem tive mais convívio.

À Dona Edileuza Josefa da Silva e Seu Manoel Moraes da Silva (Seu Mano) pela cordialidade e carinho do dia-a-dia oferecendo, sempre, o inestimável cafezinho.

Faço reverências aqui, e com imensa alegria aos meus familiares (irmãos, cunhados e sobrinhos) em especial aos meus pais (Josefa Barbosa Santiago e Manoel Felipe Santiago), sempre... Por fazerem parte da minha vida, pela força, pelo incentivo, pelo carinho, pelo amor,... Por tudo. E, a Deus Todo Poderoso meu amor eterno.

Enfim, simplesmente, a todos vocês e tantos outros só tenho a dizer muito obrigada.

Profa. Marilene Felipe Santiago

Posso não ter feito melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito. Posso não ser o que deveria ser, mas não sou o que era antes de entrar no Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, onde eu aprendi, aprendi muito pessoalmente (Martin Luther King modificado por Mim). Como também, ser um bom profissional não é saber resolver tudo, nem ter respostas imediatas para os problemas. Muito menos ser o dono da verdade, pois não há uma resposta única para a maioria das necessidades... Ser um bom profissional significa trabalhar em equipe, ouvir outras propostas, ponderar e ter o discernimento de saber até onde brigar pela sua idéia ou aceitar uma proposição que não a sua (BARROS, 2003).

Na vida, não existe nada a temer, mas a entender
(Marie Curie);

Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ele, o oceano seria menor
(Madre Teresa de Calcutá);

O mundo muda constantemente, e, na Natureza, ser constante seria uma inconstância
(Abraham Cowley);

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível
(Charles Chaplin).

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os compartimentos e a interação da comunidade planctônica, associados aos aspectos físico-químicos da água na bacia portuária do Recife (Pernambuco, Brasil). As amostragens foram feitas em três pontos fixos em seção transversal (Ponto 1 - margem esquerda, Ponto 2 – centro, Ponto 3 - margem direita) em junho de 2007 (período chuvoso) e em novembro de 2007 (período de estiagem), durante ciclos de marés semidiurnos (vazante, baixa-mar, enchente e preamar), na maré de sizígia. Foram analisados os parâmetros: temperatura do ar, pluviometria, insolação, evaporação, velocidade e direção do vento, profundidade, temperatura da água, salinidade, potencial hidrogeniônico (pH), material particulado em suspensão (MPS), oxigênio dissolvido na água (OD), demanda bioquímica do oxigênio (DBO) e sais nutrientes. A densidade da água, magnitude e direção das correntes de marés foram observadas a cada 3 horas na coluna de água (0,5 m abaixo da superfície, no meio e 0,5 m acima do fundo), clorofila *a* fracionada e o plâncton. Para coleta do plâncton foram utilizados dois tipos de amostradores (rede de plâncton com 45 e 64 µm de abertura de malha e garrafa). A transparência da água, pH, temperatura da água, OD, amônia, clorofila *a* fração pico-nanoplâncton e silicato apresentaram variação sazonal significativa. As séries temporais indicaram que MPS, salinidade, nitrito, fosfato, clorofila *a* total, transparência da água, pH, temperatura da água, OD, amônia, clorofila *a* fração pico-nanoplâncton foram elevados no período de estiagem e DBO, nitrato, clorofila *a* (total e fração microplâncton) e silicato no período chuvoso. Os nutrientes e MPS foram exportados em ambos os períodos, exceto a clorofila a (total e fracionada) que foi importada no período de estiagem. Foram identificados 127 táxons fitoplanctônicos e 56 zooplanctônicos, destacando o grupo das diatomáceas e dos copepodas, respectivamente. Foram mais representativos em riqueza e/ou abundância, frequência e/ou densidade: *Plagiogramma* sp., *Coscinodiscus centralis, Thalassiosira* sp., náuplios de Crustacea, Foraminifera, *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp., Gastropoda (Trocophora e véliger) náuplios de Cirripedia, Copepoda (copepodito e adulto) e *Euterpina acutifrons*. A riqueza do fitoplâncton apresentou diferença significativa entre os amostradores (redes e garrafa) e menor no material coletado com garrafa, enquanto o zooplâncton não apresentou diferença significativa entre as redes. A maior riqueza do plâncton foi registrado na rede de 45 µm. O período de estiagem foi qualitativamente mais pobre e quantitativo mais rico. A composição do plâncton foi maior no período chuvoso decorrente a variabilidade hidroclimática. A disponibilidade de nutrientes determinou a produtividade do fitoplâncton e consequentemente sobre o zooplâncton, sugestionando efeito trófico em cascata ascendente (*bottom-up control*). Os resultados demonstraram uma área eutrófica, apresentando um padrão de circulação e processos de mistura que contribuem para a eliminação de poluentes carreados pelos rios, reduzindo o nível de eutrofização. Portanto, é imprescindível o manejo da bacia portuária do Recife e suas áreas adjacentes como subsídio à conservação da biodiversidade biológica.

Palavras-chave: Coletores (Rede e garrafa). Ecologia. Estuário tropical. Plâncton. Porto.

ABSTRACT

This research was based on assessing the compartments and the interaction of the planktonic community, associated with the water physical and chemical parameters of the Recife Port Basin, in Pernambuco State, Brazil. Sampling were made in three fixed stations in a cross transect to the sea (Station 1 - left margin, Station 2 - centre and Station 3 - right margin), in the rainy (June 2007) and dry (November 2007) seasons, during a diurnal tidal cycles (ebb, low, flood and high tides), in a spring tide. It was studied parameters: air temperature, rainfall, sunshine, evaporation, wind speed and direction, depth, water temperature, salinity, pH, suspended particulate matter-SPM, dissolved oxygen-DO, biochemical oxygen demand-BOD, nutrient salts, water density, tides currents magnitude and direction observed every 3 hours in the water column (0.5 m below the surface, in the middle and the 0.5 m above the bottom) chlorophyll *a* (total and fractionated) and plankton. Plankton was collected with two types of samplers (plankton net with 45 and 64 µm mesh size; and, bottle). Water Transparency, pH, water temperature, DO, ammonia, pico-nanoplankton chlorophyll-a and silicate showed a significant seasonal variation. The time series indicated that SPM, salinity, nitrite, phosphate, total chlorophyll *a*, water transparency, pH, water temperature, DO, ammonia, pico-nanoplankton chlorophyll-a were higher in the dry season; while, BOD, nitrate, chlorophyll *a* (total and microplankton fraction) and silicate during the rainy season. The nutrients and SPM were exported in both periods, while the chlorophyll-a (full and fractional) were imported in the dry season. A total of 127 phytoplankton and 56 zooplankton taxa were identified, outranking the diatoms and copepods. The most representative taxa in richness and/or abundance, frequency and/or density were: *Plagiogramma* sp., *Coscinodiscus centralis*, *Thalassiosira* sp., crustacean nauplii, Foraminifera, *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp., Gastropoda (Trocophora larvae and veliger, Cirripedia nauplii, Copepoda (copepodite and adult) and *Euterpina acutifrons*. Differences were registered to the phytoplankton collected with nets and bottle. No significant difference was registered to the zooplankton collected with the two nets. Higher richness was registered during the rainy season, mainly the net 45 µm mesh size. The drought period was qualitatively and quantitatively poor richer. The composition of the plankton was larger in the current rainy period the hydroclimatic variability. The availability of nutrients determined the productivity of phytoplankton and consequently zooplankton, suggesting trophic cascade effect upward (bottom-up control). The results showed that the area presents an euthrophic condition, however the water movement pattern and the mixing processes contribute to the effect reduction of rivers pollutants improving the environment and this knowledge is essential to the port basin and its adjacent areas management allowing the ecosystem conservation.

Key words: Samplers (Net and bottle). Ecology. Estuary. Plankton. Port.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Localização da Bacia Portuária do Recife ou Cais Alfredo Lisboa (Pernambuco, Brasil). Fonte: SUDENE (1974) Escala 1:25000 36
FIGURA 2 – Climatograma relativo à cidade de Recife (Pernambuco - Brasil), registrado na Estação Meteorológica de Recife/PE, 1961-1990. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 38
FIGURA 3 – Normais climatológicas de insolação e da evaporação relativa à cidade de Recife (Pernambuco - Brasil), registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, 1961-1990. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 38
FIGURA 4 – Variação da velocidade ($m.s^{-1}$) e direção dos ventos relativo à área portuária do Recife. Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH) *apud* Maia & Torres Consultores Associados LTDA, 2008 38
FIGURA 5 – Localização dos pontos de coleta na bacia portuária do Recife. Fonte original: Google Earth, disponível em: <www.googleearth.com.br>. Acessado em: nov 2007 48
FIGURA 6 – Garrafa adaptada utilizada nas coletas de água no Ponto 2 (parte superficial) na bacia portuária do Recife (Pernambuco, Brasil) 48
FIGURA 7 – Variação da temperatura do ar (A), insolação total (B), evaporação total (C) e precipitação pluviométrica (D) mensal no mês de coleta e média histórica (1961-1990) registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, do período chuvoso (junho) e de estiagem (novembro). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 62
FIGURA 8 – Variação da temperatura do ar registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 63
FIGURA 9 – Variação da insolação total registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, do em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 63
FIGURA 10 – Variação da evaporação total registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 64
FIGURA 11 – Variação da velocidade ($m.s^{-1}$) e direção dos ventos registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 64
FIGURA 12 – Variação da precipitação pluviométrica (mm) registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) 64
FIGURA 13 – Variação da profundidade local no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 65
FIGURA 14 – Variação da transparência da água e do coeficiente de extinção de luz

no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 67
FIGURA 15 – Variação do potencial hidrogeniônico no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 67
FIGURA 16 – Variação da temperatura da água no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 67
FIGURA 17 – Variação da salinidade da água no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 68
FIGURA 18 – Variação das concentrações de material particulado em suspensão no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 68
FIGURA 19 – Variação do oxigênio dissolvido na água e da taxa de saturação do oxigênio no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 69
FIGURA 20 – Variação da demanda bioquímica do oxigênio no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 70
FIGURA 21 – Variação dos teores de amônia no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 71
FIGURA 22 – Variação dos teores de nitrito no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 71
FIGURA 23 – Variação dos teores de nitrato no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 72
FIGURA 24 – Variação dos teores de fosfato no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 72
FIGURA 25 – Variação dos teores de silicato no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 73
FIGURA 26 – Variação da biomassa fitoplanctônica - fração pico-nanoplâncton (< 20 µm), fração microplâncton (> 20 µm) e total - no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 74
FIGURA 27 – Variação da biomassa sestônica coletada com rede de plâncton (45 µm e 64 µm de abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 76
FIGURA 28 – Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, durante junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Salinidade;

B - Temperatura da água (°C); C - Intensidade da corrente ($m.s^{-1}$) 76
FIGURA 29 – Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, durante novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Salinidade; B - Temperatura da água (°C) e; C - Intensidade da corrente ($m.s^{-1}$) 77
FIGURA 30 – Distribuição espaço-temporal do nitrogênio inorgânico dissolvido na bacia portuária do Recife, durante junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Nitrato (µM); B - Nitrito (µM); C - Amônia (µM) 78
FIGURA 31 – Distribuição espaço-temporal do nitrogênio inorgânico dissolvido na bacia portuária do Recife, durante novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Nitrato (µM); B - Nitrito (µM) e; C - Amônia (µM) 79
FIGURA 32 – Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, durante junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Fosfato inorgânico dissolvido (µM); B - Silicato (µM) e; C - Material particulado em suspensão ($mg.L^{-1}$) 80
FIGURA 33 – Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, durante novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Fosfato inorgânico dissolvido (µM); B - Silicato (µM) e; C - Material em suspensão ($mg.L^{-1}$) 81
FIGURA 34 – Distribuição espaço-temporal das variáveis biológicas na bacia portuária do Recife, durante junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Biomassa fitoplanctônica total ($mg.m^{-3}$); B - Biomassa fitoplanctônica fração nanoplâncton ($mg.m^{-3}$) e; C - Biomassa fitoplanctônica fração microplâncton ($mg.m^{-3}$) 82
FIGURA 35 – Distribuição espaço-temporal das variáveis biológicas na bacia portuária do Recife, durante novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Biomassa fitoplanctônica total ($mg.m^{-3}$); B - Biomassa fitoplanctônica fração nanoplâncton ($mg.m^{-3}$) e; C - Biomassa fitoplanctônica fração microplâncton ($mg.m^{-3}$) 83
FIGURA 36 – Distribuição percentual da composição táxonômica do fitoplâncton identificada na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 86
FIGURA 37 – Variação da riqueza táxonômica do fitoplâncton coletado no ponto 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 89
FIGURA 38 – Variação sazonal da riqueza de espécie do fitoplâncton coletado com redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) e garrafa no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 89
FIGURA 39 – Variação da riqueza dos filos fitoplanctônicos coletados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 90
FIGURA 40 – Variação da diversidade específica do fitoplâncton coletado com redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) e garrafa no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 96
FIGURA 41 – Variação da equitabilidade do fitoplâncton coletado com redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) e garrafa no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso)

e novembro de 2007 (período de estiagem) 97
FIGURA 42 – Variação quantitativa do fitoplâncton no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 98
FIGURA 43 – Variação quantitativa dos filos fitoplanctônicos registrada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 98
FIGURA 44 – Variação da densidade celular de *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman & Lewis no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 99
FIGURA 45 – Variação da densidade celular de *Thalassiosira* sp. no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 100
FIGURA 46 – Variação da densidade celular da classe Coscinodiscophyceae registrada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 100
FIGURA 47 – Variação da densidade celular da espécie *Nostochopsis* sp. registrada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 101
FIGURA 48 – Variação da densidade celular do táxon Oscillatoriaceae encontradas no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 101
FIGURA 49 – Dendrograma da associação dos táxons fitoplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 45 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 103
FIGURA 50 – Dendrograma da associação dos táxons fitoplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 64 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 104
FIGURA 51 – Distribuição percentual da composição táxonômica do zooplâncton identificados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 105
FIGURA 52 – Variação sazonal da riqueza do zooplâncton registrada com diferentes redes no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 108
FIGURA 53 – Variação sazonal da riqueza do zooplâncton registrada com rede de plâncton (45 e 64 µm com abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 108
FIGURA 54 – Variação da diversidade especifica do zooplâncton coletado com rede plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária

do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 114
FIGURA 55 – Variação da equitabilidade do zooplâncton coletado com rede de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 114
FIGURA 56 – Densidade total dos filos registrados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 115
FIGURA 57 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) 116
FIGURA 58 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante novembro de 2007 (período de estiagem) 116
FIGURA 59 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 117
FIGURA 60 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante novembro de 2007 (período de estiagem) 118
FIGURA 61 – Dendrograma da associação dos táxons zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 45 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 119
FIGURA 62 – Dendrograma da associação dos táxons zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 64 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 119

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Estatística descritiva das variáveis físicas, químicas e biológicas monitoradas através de 2 ciclos de marés semidiurnos (sizígia) na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 76
TABELA 2 – Resultados do transporte líquido computados para nutrientes, biomassa fitoplanctônica total e fracionada em dois ciclos de marés (sizígia) na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). (valor negativo, importação e positivo, exportação), através das equações 2 e 7 e o erro percentual 84
TABELA 3 – Sinopse dos táxons fitoplanctônicos identificados do ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco - Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 86
TABELA 4 – Táxons fitoplanctônicos identificados por coletores na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 88
TABELA 5 – Táxons fitoplanctônicos que ocorreram no ponto 2, na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), especificamente durante o período chuvoso (junho de 2007) e de estiagem (novembro de 2007) 91
TABELA 6 – Variação do número de táxons dos filos fitoplanctônicos no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 91
TABELA 7 – Associação ecológica dos táxons encontrados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 92
TABELA 8 – Frequência de ocorrência dos táxons do fitoplâncton identificados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 93
TABELA 9 – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos dominantes e abundantes registrados na rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 94
TABELA 10 – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos dominantes e abundantes registrados na rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 95
TABELA 11 – Sinopse dos táxons zooplanctônicos identificados do ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 106
TABELA 12 – Táxons zooplanctônicos identificados nas redes de plâncton (45µm e 64µm) na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 107
TABELA 13 - Táxons zooplanctônicos que ocorreram no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), especificamente durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 109
TABELA 14 – Tabela 14 - Variação do número de táxons dos filos zooplanctônicos no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante

junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 109
TABELA 15 – Características ecológicas dos organismos zooplanctônicos encontrados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 110
TABELA 16 – Frequência de ocorrência dos táxons zooplanctônicos identificados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 111
TABELA 17 – Abundância relativa dos táxons zooplanctônicos dominantes e abundantes registrados na rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil) 112
TABELA 18 – Abundância relativa dos táxons zooplanctônicos dominantes e abundantes registrados na rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 113
TABELA 19 – Correlações momento-produto de Pearson, diferença significativa e coeficiente de determinações mais altas ($r^2 > 0,8$) das variáveis bióticas e abióticas na bacia portuária do Recife (Pernambuco - Brasil),durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) 119

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 22
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA 24
1.2 JUSTIFICATIVA 27
1.3 OBJETIVO GERAL 29
1.3.1 **Objetivos específicos** 30
1.4 HIPÓTESE 30
2 **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** 31
3 **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES** 36
3.1 ECOSSISTEMAS ASSOCIADOS 40
3.1.1 **O rio Beberibe** 40
3.1.2 **O rio Capibaribe** 41
3.1.3 **A Bacia do Pina** 43
4 **MATERIAIS E MÉTODOS** 47
4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS 49
4.1.1 **Dados climatológicos** 49
4.1.2 **Transparência da água e coeficiente de extinção da luz** 49
4.1.3 **Potencial hidrogeniônico** 50
4.1.4 **Temperatura, salinidade da água, profundidade local, magnitude e direção das correntes de maré** 50
4.1.5 **Material particulado em suspensão** 50
4.1.6 **Oxigênio dissolvido na água e taxa de saturação do oxigênio dissolvido** 50
4.1.7 **Demanda bioquímica do oxigênio** 51
4.1.8 **Nutrientes inorgânicos dissolvidos** 51
4.1.9 **Biomassa fitoplanctônica (clorofila a) fracionada** 51
4.1.10 **Biomassa sestônica** 52
4.1.11 **Comunidade planctônica** 53
4.1.11.1 Análise qualitativa do fitoplâncton 53
4.1.11.2 Análise quantitativa do fitoplâncton 54
4.1.11.3 Análise quali-quantitativa do zooplâncton 54
4.1.12 **Estrutura da comunidade planctônica** 55
4.1.12.1 Riqueza de espécie 55
4.1.12.2 Característica ecológica 55
4.1.12.3 Abundância relativa 56
4.1.12.4 Frequência de ocorrência 56
4.1.12.5 Índice de diversidade específica 57
4.1.12.6 Equitabilidade 57
4.2 FLUXO DE MATERIAIS 58
4.3 TRATAMENTO NUMÉRICO E ESTATÍSTICO DOS DADOS 60
4.3.1 **Estatística descritiva** 60
4.3.2 **Análise de variância (Kruskal-Wallis)** 60

4.3.3 **Teste de correlação de Pearson** 61
4.4 NORMALIZAÇÃO DO TEXTO 61
5 **RESULTADOS** 62
5.1 DADOS CLIMATOLÓGICOS 62
5.1.1 **Temperatura do ar** 62
5.1.2 **Insolação total** 62
5.1.3 **Evaporação total** 63
5.1.4 **Velocidade e direção do vento** 63
5.1.5 **Precipitação pluviométrica** 64
5.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS NO PONTO 2 65
5.2.1 **Profundidade local** 65
5.2.2 **Transparência da água e coeficiente de extinção da luz** 65
5.2.3 **Potencial hidrogeniônico** 66
5.2.4 **Temperatura da água** 66
5.2.5 **Salinidade da água** 67
5.2.6 **Material particulado em suspensão** 68
5.2.7 **Oxigênio dissolvido na água** 69
5.2.8 **Taxa de saturação do oxigênio** 69
5.2.9 **Demanda bioquímica do oxigênio** 70
5.2.10 **Amônia** 70
5.2.11 **Nitrito** 70
5.2.12 **Nitrato** 71
5.2.13 **Fosfato** 72
5.2.14 **Silicato** 72
5.2.15 **Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) - Fração pico-nanoplâncton (< 20 µm)** 73
5.2.16 **Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) - Fração microplâncton (>20 µm)** 73
5.2.17 **Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) - Total** 74
5.2.18 **Biomassa sestônica** 74
5.3 SÉRIES TEMPORAIS 75
5.4 FLUXO DE MATERIAIS 83
5.4 ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA 85
5.4.1 **Composição florística** 86
5.4.2 **Riqueza de espécie** 88
5.4.3 **Caracterização sazonal e e entre-maré** 90
5.4.4 **Característica ecológica** 91
5.4.5 **Frequência de ocorrência** 93
5.4.6 **Abundância relativa** 94
5.4.7 **Diversidade especifica** 95
5.4.8 **Equitabilidade** 97
5.4.9 **Análise quantitativa do fitoplâncton** 98
5.4.10 **Associação dos táxons** 102

5.5 ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA 105
5.5.1 **Composição faunística** 105
5.5.2 **Riqueza de espécie** 107
5.5.3 **Caracterização sazonal e e entre-maré** 108
5.5.4 **Característica ecológica** 110
5.5.5 **Frequência de ocorrência** 110
5.5.6 **Abundância relativa** 111
5.5.7 **Diversidade específica** 113
5.5.8 **Equitabilidade** 114
5.5.9 **Análise quantitativa do zooplâncton** 115
5.5.10 **Associação dos táxons** 118
5.7 TESTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON 119
6 **DISCUSSÃO** 121
6.1 QUALIDADE DA ÁGUA 121
6.2 FLUXO DE MATERIAIS 135
6.3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA 139
6.4 COMPOSIÇÃO ZOOPLANCTÔNICA 147
6.5 INTERAÇÃO FITOPLÂNCTON E ZOOPLÂNCTON 151
7 **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 152
7.1 RECOMENDAÇÕES 156
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 157
APÊNDICE 178

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais causados pelo homem vêm modificando o ambiente e afetando a biodiversidade, embora apenas nos últimos trinta anos as questões ecológicas tenham prioridade como um dos mais sérios problemas de inúmeras variáveis, algumas não quantificáveis (SAMPAIO; ALCÂNTARA; SAMPAIO-EVERARDO, 2002).

Uma das paisagens mais fascinantes da Terra são as áreas costeiras por constituírem os limites entre os dois maiores ambientes do planeta (continente e oceano), uma região de mudanças onde há um permanente confronto entre as forças antagônicas existentes, caracterizada pelas numerosas interações biológicas, químicas, físicas, geológicas e meteorológicas (CHRISTOFOLETTI, 2000), tendo em vista as possibilidades de modificações ambientais negativas que afetam o equilíbrio do meio.

Esses ecossistemas costeiros vêm sendo utilizados de forma não sustentável nos seus aspectos ambientais, econômicos e sociais. E, o estabelecimento cada vez maior de pessoas nesses locais está gerando grande pressão sobre os recursos naturais, ameaçando o seu valor ecológico. Segundo Uchôa Neto e Silva (2002) uma das preocupações é o alarmante processo de extinção em massa de espécies vitais para o planeta, gerado pelo desordenado processo de ocupação pelo Homem.

Não muito diferente, a região costeira brasileira apresenta um quadro preocupante em relação à degradação ambiental, especialmente em regiões próximas aos grandes centros urbanos. Inúmeros estuários estão com seus habitats naturais comprometidos pela poluição industrial e doméstica com a introdução de nutrientes (poluentes persistentes), alterações na sedimentação, exploração dos recursos naturais, e no caso de locais que existe atividades portuárias, a introdução de espécies exóticas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1996; SANTOS; CÂMARA, 2002).

Desta forma, o desenvolvimento sustentável dos recursos costeiros no Brasil, está potencialmente ameaçado por uma combinação de fatores que incluem o aumento da demanda de recursos marinhos, as falhas de mercado e das políticas, e a pobreza da maioria da população.

Por causa disto, nos últimos anos, estudos têm sido realizados para investigar o problema na qualidade da água, levando à identificação das fontes poluidoras,

bem como à elaboração de propostas para o seu controle, o que gera subsídios para programas de monitoramento. Outra prática bastante utilizada é o estabelecimento de indicadores físicos, químicos e biológicos para a qualidade da água.

Segundo Meybeck e Helmer (1992) a qualidade de um ambiente aquático pode ser definida segundo a presença de substâncias inorgânicas ou orgânicas em diferentes concentrações e especiações e, segundo a composição e estrutura da biota aquática, presente no corpo de água.

Para uma melhor compreensão dos ecossistemas aquáticos é preciso avaliar, integrando e interagindo, simultaneamente, o ambiente aquático ao terrestre. Os ambientes estuarinos, por se tratar de um local de transição entre água doce e marinha, constituem paisagens ou unidades ambientais, nas quais todos os elementos naturais ou humanos se relacionam de maneira efetiva e inseparável.

Sabe-se que, as áreas estuarinas constituem um dos ecossistemas mais produtivos do mundo, devido, principalmente, ao grande aporte de nutrientes inorgânicos dissolvidos oriundos do continente, incorporando uma rede balanceada de inter-relações bióticas e abióticas. Embora, esse balanço natural venha sendo modificado nos últimos anos, devido a uma vasta gama de usos indiscriminados, entretanto, permanece como um dos ambientes mais resilientes sobre a terra por manter as suas características naturais (NIXON *et al.*, 1986 *apud* PERSICH *et al.*, 1996; FRENCH, 1997; ELLIOTT; McLUSKY, 2002).

O estuário possui um papel fundamental ao nível da manutenção do equilíbrio do sistema costeiro. Deste equilíbrio dependem inúmeras espécies, pois este é um local temporariamente usado como berçário por muitos grupos, de importância ecológica e comercial, como é o caso dos crustáceos, peixes e ainda algumas espécies de aves migratórias. Tornando-se, do ponto de vista da biodiversidade, áreas com alta riqueza de espécies (RICKLEFS, 1996; ELLIOTT; McLUSKY, 2002).

Dentre estes, destacam-se os organismos planctônicos que têm um papel fundamental, uma vez que, estando na base da teia alimentar, deles dependem, direta ou indiretamente, várias comunidades marinhas, no que diz respeito à obtenção de energia (MORIN; FOX, 2004) e oxigenação da água. As informações sobre a dinâmica planctônica em ecossistemas aquáticos funcionam como um importante indicador do estado de equilíbrio do sistema e do nível de qualidade da água, como também, até prenunciar modificações nesses locais (ESKINAZI-LEÇA;

KOENING; SILVA-CUNHA, 2002; PUGNETTI *et al.*, 2010; SPATHARIS; TSIRTSIS, 2010).

Portanto, o estudo sobre os organismos planctônicos, é de grande importância, pois não só possibilita o conhecimento da biodiversidade das espécies, como permite a formulação de soluções que minimizem os impactos, e isto envolve a compreensão dos processos trofodinâmicos do meio. Estes processos envolvem, principalmente, as comunidades fito-zooplanctônicas e os parâmetros físico-químicos. Não se pode imaginar um sistema único no qual forças bióticas e abióticas atuem isoladamente (LOWE-McCONNEL, 1987; RICKLEFS, 1996).

Diante da complexidade do ambiente estuarino, faz-se necessário desenvolver estudos para um melhor conhecimento sobre a funcionalidade desse sistema e seu inter-relacionamento com outros elementos do sistema ambiental. Por ser uma região de contraste a zona costeira brasileira constitui um campo privilegiado para esses estudos, destacando a Bacia Portuária do Recife (Região Metropolitana do Recife, Pernambuco), área com intensa urbanização, atividade portuária, exploração turística e pesca.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Paerl (1995), menciona que fatores como crescimento urbano, industrial e o acelerado uso de fertilizantes agrícolas nas regiões costeiras, conduzem a uma grande descarga de nutrientes em estuários, agravando os processos de eutrofização. As águas costeiras representam a “nova fronteira” de eutrofização e este fato acarreta dois tipos de preocupações: a bioquímica, no que se refere ao papel que o aumento da eutrofização costeira poderá ter na alteração do ciclo global de nutrientes, no fluxo de dióxido de carbono (NIXON, 1995; CLOERN, 2001) e na importância trófica, em relação às alterações na teia alimentar em resposta às mudanças na estrutura e função da comunidade fitoplanctônica (COLIJN; CADÉE, 2003), e zooplanctônica, além da perda da biodiversidade e do aumento na incidência de algas tóxicas, causando alteração da coloração das águas costeiras (BRANDO *et al.*, 2004). Podem ocorrer florações de espécies fitoplanctônicas que podem ser tóxicas, deterioração do habitat, declínio nas pescarias e no suprimento de água potável.

Embora uma elevada produtividade não seja necessariamente ruim, ela pode causar mudanças na composição de espécies e na qualidade da água do ecossistema (RICKLEFS, 1996). As florações, geralmente, ocorrem em locais em que há maior influência de águas menos salinas, com maior aporte de nutrientes e estão caracterizadas pela existência de populações de algas com forte potencial de multiplicação, o que segundo Tommasi e Navas-Pereira (1983) significa uma fraca maturidade do sistema planctônico e um profundo desequilíbrio no ecossistema.

O processo de eutrofização pode ter origem natural ou antrópico, sendo que ambientes rasos, com sedimentos finos, com circulação restrita e com despejos de efluentes domésticos e industriais apresentam-se mais vulneráveis ao processo de eutrofização (PARIZOTTO, 2006). O sistema estuarino da Bacia do Pina, no litoral de Recife, é um exemplo de como os efluentes domésticos e industriais provocam aumentos nas concentrações dos nutrientes no meio, provocando sua eutrofização (FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA, 1999).

Devido aos ambientes costeiros servirem como descarga de grande quantidade de nutrientes das águas continentais, as florações algais oceânicas se resume às zonas próximas das costas continentais e estuários (TORGAN, 1989). Ambientes com altas taxas de entrada de nutrientes e disponibilidade de luz são propensos a florações de microalgas. Mais de um século de desequilíbrios ambientais com a constante entrada de nutrientes das mais diversas fontes, resultou no aumento em nível mundial, de cianobactérias em águas costeiras e lagos (HALLEGRAEFF, 1993).

A dinâmica e evolução do fitoplâncton e zooplâncton dependem de uma série de fatores físicos e interações biológicas que controlam seu crescimento e mortalidade, porém três fatores regulam as interações tróficas entre esses organismos: a maneira como a herbivoria controla o fitoplâncton, a maneira como a herbivoria de uma espécie específica contribui para este controle e o grau de como uma espécie é dependente do alimento do fitoplâncton. Segundo Donaghay (1988), a concentração do alimento, seu tamanho, qualidade nutricional e a história prévia da alimentação são os principais fatores que controlam a herbivoria.

As interações fitoplâncton-zooplâncton têm gerado, possivelmente, a maior controvérsia na literatura. O zooplâncton se alimenta do fitoplâncton e o crescimento algal é estimulado pela regeneração de nutrientes. A intensidade relativa desses

dois processos atuando simultaneamente pode determinar um aumento (REDFIELD, 1980) ou diminuição (ELLIOTT *et al.,* 1983; ANDERSSON *et al.*, 1988) na biomassa fitoplanctônica ou produtividade.

A alimentação básica de quase todos os organismos aquáticos, principalmente na sua fase larval é constituída de plâncton (fito e zooplâncton). Entre esses organismos encontram-se os rotíferos, principalmente a espécie *Brachionus plicatilis* O. F. Muller (SNELL; JANSSEN, 1995) e copepodas dos gêneros *Parvocalanus* e *Oithona* (BOLTOVSKOY, 1999).

Florações de cianobactérias são frequentemente associadas com o declínio da abundância de grandes copepodas, mas sendo relacionadas com o aumento nas densidades de pequenos organismos zooplanctônicos, como rotíferos e copepodas do microzooplâncton (EDMONDSON; LITT, 1982; GILBERT, 1990; FULTON; JONES, 1991; HANSSON; BERGMAN; CRONBERG, 1998; GHADOUANI; PINEL-ALLOUL; PREPAS, 2003). Tal alteração na composição da comunidade zooplanctônica pode ser consequência de vários fatores. Um fator potencial que afeta a abundância e composição de algumas espécies zooplanctônicas é a dominância de cianobactérias coloniais ou filamentosas (GILBERT; DURAND, 1990). Colônias e filamentos destas algas podem interferir na alimentação de organismos zooplanctônicos de maior tamanho, devido à obstrução dos aparelhos filtradores, o que reduz a eficiência alimentar (REGUERA, 1984; BERTOLETTI, 1988). Pequenos organismos zooplanctônicos são considerados poucos vulneráveis a interferência de algas filamentosas (GLIWICZ, 1990), simplesmente porque filamentos de cianobactérias são muito grandes para a ingestão por pequenos herbívoros e detritívoros. Além disto, cianobactérias podem produzir compostos bioativos secundários, incluindo potentes hepatotoxinas e neurotoxinas (CARMICHAEL,1994).

A literatura a respeito dos efeitos tóxicos no zooplâncton é extensa, porém existem muitas contradições: os efeitos resposta do zooplâncton exposto ao amplo gradiente de cianotoxinas, que vai da ausência do efeito à morte do zooplâncton (*e.g.*, GILBERT 1990; CHRISTOFFERSEN, 1996). Diferenças no comportamento alimentar entre diferentes grupos zooplanctônicos podem, de alguma forma, explicar as diferenças na sensibilidade a cianobactérias tóxicas. Copepodas, por exemplo, são aptos a selecionar entre diferentes itens alimentares, e podem diferenciar entre algas tóxicas e não tóxicas numa mistura (JOSE; NIPPER, 1990; DeMOTT;

MOXTER, 1991), já os cladóceros do gênero *Daphnia* são menos seletivos (DeMOTT, 1986; NIZAN; DIMENTMAN; SHILO, 1986).

Em ambientes estuarinos tropicais os nutrientes não são os únicos condicionantes para sustentar a teia trófica. O aumento da temperatura, principalmente no verão, é um fator muito importante para o desenvolvimento de fitoplâncton. Radiação solar, em intensidade e duração, também é de fundamental importância no estudo de florações fitoplanctônicas. Temperatura e salinidade são fatores a serem considerados, tendo como exemplo o *Trichodesmium*, que se desenvolve sob combinações de temperatura e salinidade no mar do Caribe e no litoral do nordeste brasileiro.

A consequência mais comum das florações no ambiente aquático é a modificação da transparência e da turbidez da água, com a alteração simultânea de seu gosto e odor. Peixes com valor comercial por exemplo, perdem seu sabor característico, sendo esta mudança de sabor chamada "*Off Flavor*" (RATLIFF, 2002), representando perdas econômicas em comércios de pescado.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido à complexidade do ambiente estuarino, faz-se necessário desenvolver estudos para um melhor conhecimento sobre a funcionalidade desse sistema e seu inter-relacionamento com outros elementos do sistema ambiental. Na realidade, tais estudos consistiram no processo de predizer e avaliar os impactos de uma atividade humana sobre as condições naturais e delinear os procedimentos a serem utilizados preventivamente para mitigar ou evitar tais efeitos, a fim de viabilizar a utilização, desses recursos em prol do desenvolvimento sustentável (SOUZA, 1996; MELO, 2001).

As pressões ambientais sobre os ecossistemas aquáticos, sejam de origem antrópica ou natural, provocam perturbações que são refletidas diretamente na sua comunidade produtora (primária e secundária), fornecendo assim indicações sobre o grau de disponibilidade alimentar dentro do ecossistema (GREEN, 1968).

Várias propostas têm sido levantadas para explicar a diversidade de espécies planctônica (HUISMAN; WEISSING, 1999), sendo resultante da interação de fatores como competição, predação, tamanho, habitat, tempo e estabilidade ambiental (KREBS, 1985; MORIN; FOX, 2004). Segundo Shanin e Mikhailovskii (1996) a

diversidade específica consiste em dois componentes, a riqueza de espécies e espécimes da comunidade. E, este índice é usado para estudos da biodiversidade ecológica.

Segundo Margalef (1983), a diversidade está, em geral, diretamente relacionada com a estabilidade da comunidade ou com a complexidade da teia alimentar e inversamente relacionada ao grau de alteração do ecossistema. Entretanto, a diversidade e suas variações são excelentes indicadores de poluição. Contudo, para entender os fatores que regulam a composição do plâncton, as forças que governam sua seleção, dinâmica, diversidade e estabilidade ainda permanecem pouco esclarecidas (TILMAN, 1996).

Estudos da biodiversidade nos ecossistemas são importantes porque revelam a função dos ecossistemas, e indicam os impactos antrópicos nos mesmos. Consequentemente, a riqueza de espécies dos demais níveis tróficos envolve indiretamente a biomassa e a composição planctônica (DOWNIN; LEIBOLD, 2002).

Por isto, para a compreensão da dinâmica de um ambiente natural é necessário o conhecimento das espécies (RICKLEFS, 1996). Por esse motivo, o conhecimento da comunidade planctônica é de grande relevância e se destaca prioritariamente, por evidenciar a dinâmica estuarina, pois constitui o primeiro elo da teia trófica, sendo excelentes indicadores da qualidade ambiental. Além disso, estes organismos por suas dimensões pequenas e rápido crescimento, respondem mais rapidamente às perturbações, em pequena escala temporal e fornecem subsídios sobre os processos interagentes, uma vez que suas comunidades são influenciadas pelas condições abióticas e bióticas do ambiente (DAY JÚNIOR *et al.*, 1989; BUSKEY, 1993).

Devido aos fatores ambientais (precipitação pluviométrica, temperatura da água, salinidade, pH, sais nutrientes etc), as populações planctônicas podem reagir de maneira diferente às influências do ambiente, podendo apresentar variações qualitativas e quantitativas, tanto em padrão de variação temporal (anuais e diurnas) como em variações espaciais, que dependem da distribuição horizontal e vertical.

Em ambientes estuarinos essas variações podem ser muito mais acentuadas, uma vez que a massa d'água desses locais está sujeita a constantes alterações provocadas pelo fluxo e refluxo das marés.

A maré se constitui o fator ecológico mais importante nos ecossistemas estuarinos e estudos realizados nestes ambientes são difíceis de serem interpretados e com dados distorcidos se não for padronizado o tipo de maré e horários em que as marés ocorrem, por ocasião da coleta (MOURA, 1992).

Para Day Júnior *et al.* (1989) e Tenenbaum (2002), é necessária a intensificação de estudos temporais de pequenas escalas (horas, dias) que melhor representam o tempo de geração das populações planctônicas, assim como estudos de longa duração para a compreensão de tendências sazonais.

A interação entre microalgas com os organismos zooplanctônicos, bem como a compreensão dos fatores que lhe condicionam, serve como ferramenta para o correto uso e avaliação da sustentabilidade da área portuária do Recife, contribuindo para a solução dos problemas relacionados com o aproveitamento e conservação da biodiversidade e a minimização dos impactos naturais e antrópicos decorrentes do uso dos ambientes costeiros. A proposta deste trabalho foi propiciar bases de dados científicos para contribuir na proteção e no manejo da área estuarina da bacia do porto do Recife.

O Porto do Recife é inserido numa área densamente povoada na Região Metropolitana do Recife (RMR) e apresenta considerável importância sócio-econômica local e regional por estar próximo aos grandes centros consumidores e sua área de ifluência atinge quase todos os estados do Nordeste do Brasil. Esta área necessita de um conhecimento sobre os gradientes de poluição, devido à velocidade com que este estuário está sendo transformado em outros usos não sustentáveis. Contudo, um monitoramento adequado não vem sendo regularmente realizado, inexistindo informações mais detalhadas sobre a área.

Visando diagnosticar as condições atuais deste importante ecossistema para Pernambuco, esta tese abordou os aspectos físico-químicos e biológicos da água, sendo esta uma pesquisa pioneira, onde os resultados podem servir como modelo a ser aplicado em outros estuários da região.

1.3 OBJETIVO GERAL

Avaliar os compartimentos e a interação da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica em um ambiente impactado, associado aos aspectos físico-químicos

da água no Porto do Recife, localizada na Região Metropolitana do Recife no Estado de Pernambuco, Brasil.

1.3.1 Objetivos específicos

- Contribuir com o conhecimento da biodiversidade e da estrutura da comunidade planctônica da área;
- identificar as variações temporais (sazonal e semidiurna) da comunidade planctônica, por meio de conhecimento da riqueza, da diversidade, da equitabilidade e das características ecológicas das espécies;
- verificar as relações entre as variavéis ambientais (climatológica e hidrológica) e identificar aquelas que influência a comunidade planctônica no estuário;
- elucidar o papel da comunidade planctônica na bacia portuária do Recife e suas respostas aos impactos causados pelo complexo portuário e urbano;
- determinar a contribuição da biomassa algal pelo fracionamento da clorofila *a*, identificando qual fração é mais importante; e
- evidenciar o grau de eutrofização do ambiente.

1.4 HIPÓTESE

Considerando-se que a dinâmica e a interação da comunidade planctônica em áreas estuarinas são, principalmente, influenciadas direta ou indiretamente pelo aporte contínuo de nutrientes, pelos níveis de precipitação pluviométrica, temperatura da água, salinidade e potencial hidrogeniônico, pretende-se provar que:

- na Bacia Portuária do Recife o aumento de nutrientes carreados de diversas fontes contribui para o aumento qualitativo e quantitativo das populações planctônicas;
- tanto o fitoplâncton como o zooplâncton podem reagir de maneiras diferentes às influências do ambiente, podendo apresentar variações qualitativas e quantitativas no padrão de variação temporal (anuais e semidiurnas);
- organismos planctônicos podem ser empregados como indicadores da qualidade da água na bacia portuária do Recife.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora os oceanos cubram a maior parte da superfície da Terra, o conhecimento dos padrões da biodiversidade marinha ainda está muito limitado, pois a maioria dos estudos ecológicos focaliza-se em comunidades de plantas terrestres e ecossistemas de água doce (IRIGOIEN; HUISMAN; HARRIS, 2004).

A análise das comunidades biológicas baseada somente na descrição das espécies é criticada, pois não expressa com clareza as respostas dessas comunidades às variações das condições ambientais (GRIME, 1979).

A comunidade nano- pico- e microplanctônica tem por característica sua pequena locomoção, estando à mercê das correntes, vivendo à deriva. Constitui de organismos de tamanho pequeno variando de 0,002 a 2,0 mm e que tenha pelo menos uma fase do seu ciclo de vida no plâncton, seja por períodos curtos ou prolongados, mesmo permanecendo posteriormente no fundo dos ambientes aquáticos, nas suas margens ou na vegetação presente. Nesta comunidade existem representantes de praticamente todos os reinos, o fitoplâncton, representado pelas cianobactérias e algas protistas e o zooplâncton, por protozoários, animais adultos e/ou suas formas larvais e o bacterioplâncton, juntos constituem a unidade básica da teia alimentar dos ecossistemas aquáticos (DUXBURY; DUXBURY, 1996; LALLI; PARSONS, 1997).

A base primária da teia alimentar nos ecossistemas aquáticos é o fitoplâncton, tendo como representantes as microalgas unicelulares, solitárias ou coloniais, fotoautotróficas em sua grande maioria, dotadas de clorofila *a* e outros pigmentos acessórios, pertencentes a uma diversidade de classes, dentre as quais cinco predominam quantitativamente: Bacillariophyceae (diatomáceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Cyanophyceae (cianobactérias), Euglenophyceae (euglenofíceas) e Chlorophyceae (clorofíceas).

O fitoplâncton constitui o grupo mais importante de produtores primários, pode apresentar contribuições expressivas à produção primária em determinadas áreas, particularmente em ambientes costeiros, permitindo o funcionamento da quase totalidade das teias alimentares marinhas (LOURENÇO; MARQUES JÚNIOR, 2002).

A comunidade fitoplanctônica apresenta um caráter muito dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático e estabelecendo complexas relações intra e

interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos (VALIELA, 1995).

O papel principal do fitoplâncton é o de gerador de oxigênio através da atividade fotossintética (GEIDER, 1997; GIORGIO; COLE, 1997) e é também responsável pela reciclagem do dióxido de carbono (CO_2) e da amônia. Porém, à noite ou em dias bastante nublados, os mesmos, podem consumir o oxigênio dissolvido da água de forma a reduzir a sua concentração em níveis críticos, causando mortandade de outros organismos, como outras algas, o zooplâncton, crustáceos e peixes (KRASILCHIK, 1961; BICUDO; BICUDO, 1970; MOREIRA, 1994). É responsável, também, por mais de 90% da síntese de matéria orgânica nos oceanos e contribuem com aproximadamente 95% da renovação anual do oxigênio atmosférico (BRANDINI; FERNANDES, 1996; LOURENÇO; MARQUES JÚNIOR, 2002).

Na presença de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, o fitoplâncton é capaz de utilizar a radiação solar através da fotossíntese, e sintetizar sua matéria orgânica. Porém, o excesso dos nutrientes, poderá levar a um processo de deterioração lento e progressivo, como também mais rápido, devido às mudanças na composição da comunidade fitoplanctônica com o aparecimento de espécies oportunistas, muitas vezes tóxicas, capazes de aumentar sua concentração, formando florações *(*BOYD, 1972; 1990; ESTEVES, 1998).

A deterioração da decomposição de espécies do plâncton, dos crustáceos e/ou dos peixes poderá levar a um distúrbio nos parâmetros físico-químicos havendo, consequentemente, uma queda acentuada na qualidade da água (CARMICHAEL; GORHAM, 1981; PAERL; USTACH, 1982).

Além de se constituir numa fonte primária de alimento aos animais da coluna d'água e dos sedimentos, as associações da flora planctônica, por suas particularidades, tais como: fixação de uma parte importante de carbono em conjunto com as plantas terrestres, produção de oxigênio nos oceanos que ocupam cerca de ¾ da superfície do Planeta e contribuição para a minimização do efeito estufa integrado nos processos globais Oceano-Atmosfera (ROCHA, 1990-1999), são amplamente utilizadas como bioindicadores em estudos de caracterização ambiental e poluição, uma vez que a biodiversidade planctônica depende diretamente da dinâmica e da qualidade da água (JIMÉNEZ, 1980; MENDIOLA;

OCHOA; GOMES, 1980; VILLAC, 1990; TEIXEIRA, 1993), sendo um dos mais importantes produtores em todo o mundo (ESKINAZI-LEÇA; KOENING; SILVA-CUNHA, 2000; BONECKER; BONECKER; BASSANI, 2002).

Portanto, a produção primária é fundamental para sustentação de todas as formas de vida e para estruturação de todos os ecossistemas, pois através desse processo viabiliza fluxos de energia e matéria entre o mundo abiótico e os organismos vivos.

O zooplâncton tem papel fundamental na transferência de energia, pois serve como elo importante entre o fitoplâncton e muitos carnívoros, incluindo vários crustáceos e peixes de interesse comercial; regula, também, as populações fitoplanctônicas através da herbivoria, evitando o florescimento de algumas espécies em grandes proporções. Além disso, um grande número de organismos nectônicos e bentônicos passam uma parte do seu ciclo de vida no plâncton; assim o estágio como planctonte irá influenciar na distribuição das populações adultas (DAY JÚNIOR *et al.*, 1989).

A manutenção da comunidade zooplanctônica no ambiente depende da sua obtenção de energia para o crescimento e reprodução, ou seja, da disponibilidade de seu alimento (IRIGOIEN; HUISMAN; HARRIS, 2004). Devido à alimentação seletiva do zooplâncton, as espécies de microalgas diferem à medida que vão sendo consumidas, e assim, a abundância e composição do zooplâncton é a causa de uma ampla variedade de associações fitoplanctônicas (PORTER, 1977), como espécies de copepodas, por exemplo, são aptos a selecionar entre diferentes itens alimentares, e podem diferenciar entre algas tóxicas e não tóxicas numa mistura (JOSE; NIPPER, 1990; DeMOTT; MOXTER, 1991), já os cladóceros do gênero *Daphnia* são menos seletivos (DeMOTT, 1986; NIZAN; DIMENTMAN; SHILO, 1986). O zooplâncton altera a taxa de crescimento algal, não somente reduzindo a sua densidade, mas também aumentando a disponibilidade de nutrientes para as diferentes algas (STERNER, 1989).

Portanto, os organismos planctônicos são sensíveis às propriedades físicas e à composição química do local onde vivem, respondendo rapidamente a esses processos e às mudanças climáticas. Estas condições próprias favorecem o florescimento de algumas espécies em períodos de curta duração, denominado de fenômeno de sucessão (DEVASSY; GÓES, 1988).

Os principais fatores que influênciam a composição, dispersão, sobrevivência e desenvolvimento do fitoplâncton são os climatológicos, como a ocorrência de chuvas, radiação solar e os ventos; os hidrológicos, fluxo da água de drenagem, correntes d'água, ação das marés, transparência e geográfico, como a profundidade da água no ambiente. A variação destes fatores em conjunto com as concentrações de nutrientes inorgânicos, principalmente os compostos nitrogenados, fosfatados e silicatos e as variações nas concentrações de oxigênio e dióxido de carbono dissolvidas na água, ocasionados pela atividade biológica, tornam-se responsáveis pela riqueza de microalgas, bem como pela ocorrência de florações no ambiente (TUNDISI, 1970).

Além das condições naturais do local, Bittencourt-Oliveira (2002), afirma que fatores antrópicos, como as diversas fontes poluidoras (esgotos domésticos e industriais) presentes em um rio provocam alterações na qualidade da água, o que possivelmente reflete na estrutura da comunidade planctônica, sendo importante o conhecimento desse aspecto para a avaliação de impactos ocorridos e para a implementação de medidas visando o uso racional de um ecossistema.

As análises dos parâmetros físico-químicos da água são de grande importância para o conhecimento das condições de eutrofização do ambiente aquático. Entretanto, a avaliação por meio de bioindicadores deverá tornar-se um procedimento fundamental para o manejo e a proteção dos ecossistemas aquáticos, visto que somente essas técnicas biológicas poderão demonstrar se a integridade ambiental está sendo mantida. Dessa forma, o indicador máximo e mais eficiente da sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos deve ser a sanidade da comunidade biológica (QUEIROZ, 2002).

De acordo com Tauk-Tornisielo (1997), a metodologia mais frequente para se avaliar o grau de eutrofização através de microorganismos, estão baseadas na estrutura da comunidade e no conhecimento das espécies ou grupos indicadores. Os ambientes poluídos exercem uma ação seletiva, caracterizando-se pelo número reduzido dos componentes bióticos e a predominância de poucas espécies.

Os estudos de rotina do plâncton compreendem determinações que tem haver com populações e biomassa (composição, número de células, quantidade de clorofila *a*, biomassa zooplanctônica etc) e características que quantificam processos (dinâmica das populações etc).

Por sua posição na teia trófica de ambientes aquáticos, o estudo das relações entre o fitoplâncton e o zooplâncton é de importância indiscutível para o entendimento da dinâmica deste grupo. E, vários estudos recentes têm mostrado a importância do estudo da qualidade do alimento para o zooplâncton na determinação de parâmetros fundamentais do ciclo de vida dos organismos desta comunidade, como fecundidade e taxas de crescimento, realizados por Jesus e Odebrecht (2002), Irogoien, Huisman e Harris (2004) e Morin e Fox (2004).

As interações entre as teias tróficas e a competição dentro desses níveis tróficos, influênciam na estrutura das comunidades. Como estas diferentes forças interagem de modo a determinar o equilíbrio das abundâncias das comunidades, é um ponto crucial no estudo da importância relativa dos controles “top-down” e “bottom-up” dentro dos sistemas. Ou seja, distúrbios no topo da teia alimentar, tais como a diminuição de peixes planctívoros e/ou bentívoros, pode levar a um aumento na comunidade zooplanctônica, à redução da ressuspensão do material de fundo (reciclagem de nutrientes) e consequentemente pode reduzir a população fitoplanctônica. Estas alterações sugerem efeitos tróficos em cascata descendentes (*top-dow effects*), atingindo comunidades aquáticas de níveis mais baixos. Já a disponibilidade de nutrientes e outros fatores abióticos (e.g. luz, temperatura da água, salinidade, pH...) determina a produção fitoplanctônica por meio de interações tróficas em cascata, portanto, alterações na base da teia trófica geram impactos ascendentes (*bottom-up effects*) sobre os níveis mais altos (FRAGOSO JÚNIOR; FERREIRA; MARQUES, 2009).

Outros estudos avaliam a capacidade da comunidade zooplanctônica em controlar as densidades de determinados grupos de algas. Esta relação é de extrema importância no meio aquático uma vez que a composição do fitoplâncton, refletida na qualidade e quantidade de alimento para o zooplâncton, pode ser um dos fatores estruturadores desta comunidade.

Portanto, a interação fitoplâncton-zooplâncton não se restringe a predação do zooplâncton sobre as algas, mas também há o efeito do fitoplâncton sobre o zooplâncton. A manutenção desta comunidade no ambiente depende da sua obtenção de energia para o crescimento e reprodução, ou seja, da disponibilidade de seu alimento.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

A Bacia Portuária do Recife situa-se na região centro-leste da cidade do Recife, conhecida também como Cais Alfredo Lisboa, próximo a um dos principais centros urbano/comercial do estado de Pernambuco na Região Metropolitana do Recife - RMR (entre os paralelos 08° 02’ 50" e 08° 04’ 12" latitude sul; e os meridianos 35° 57’ 20" e 35° 58’ 20" longitude oeste) (Fig. 1). O Porto do Recife estende-se por cerca de 2.960 m, desde a foz do estuário do rio Beberibe, ao norte, e a do rio Capibaribe e a Bacia do Pina, ao sul. Sua comunicação com o mar é feita por intermédio de uma embocadura de dimensões reduzidas.

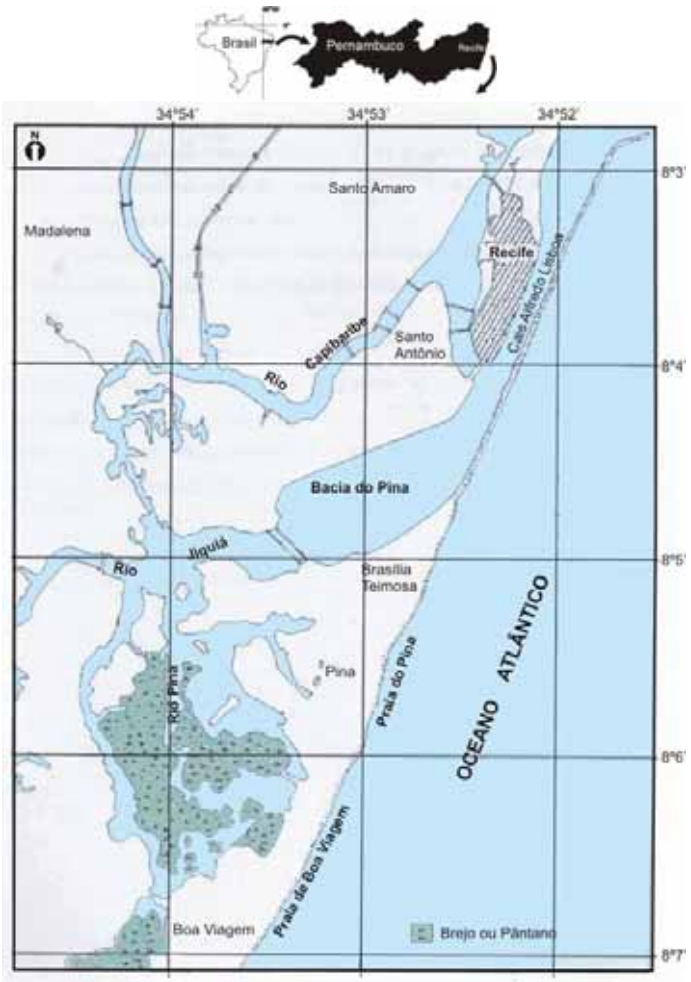

Figura 1 – Localização da Bacia Portuária do Recife ou Cais Alfredo Lisboa (Pernambuco, Brasil). Fonte: SUDENE (1974) Escala 1:25000.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo As' (clima quente e úmido com chuvas de outono-inverno), caracterizado por pequenas variações na temperatura do ar, evaporação e insolação.

Com base nos dados climatológicos cedidos pelo 3º Distrito de Meteorologia - 3º DISME - do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, referente à Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900 (latitude 08° 03' sul e longitude 34° 55' oeste) em uma série de 30 anos (1961 a 1990), a precipitação pluviométrica anual na área onde se localiza o Porto do Recife apresenta uma média de 2.448,9 mm, caracterizando dois períodos anuais: um período de estiagem, compreendido entre os meses de setembro e fevereiro, com precipitações em torno de 100 mm mensais, e um período chuvoso acima de 200 mm mensais (Fig. 2).

A temperatura média anual do ar é de 25,5 °C, com máximo de 26,6 °C (janeiro e fevereiro) e mínimo de 23,9 °C (agosto), sendo pouco relacionável com a evaporação total, havendo uma relação com a precipitação pluviométrica. A insolação média anual é em torno de 2.464 h com máximo de 266 h no mês de novembro e mínimo de 108 h no mês de agosto (Fig. 2; 3).

A Bacia Portuária do Recife, inserida na Planície Costeira, é caracterizada por baixas pressões atmosféricas, situada em baixa latitude sob influência dos ventos alísios e pouca elevação com relação ao nível do mar. A velocidade média dos ventos varia de 3,1 a 4,7 $m.s^{-1}$, com predominância de ventos de SE. Nos meses de novembro a dezembro, os ventos são mais frequentes e menos intensos com velocidade média de 2,0 $m.s^{-1}$ e direção N-NE. Nos meses de janeiro e outubro, predominam ventos ES-SE com velocidades de 3,0 a 3,2 $m.s^{-1}$ (Fig. 4) (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS HIDROVIÁRIAS - INPH *apud* MAIA & TORRES CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA, 2008).

Baseado na Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, a maré na área do Porto do Recife é do tipo semidiurna, com uma periodicidade de cerca de 12h 12min, apresentando duas preamares e duas baixa-mares por dia lunar. A amplitude de maré é de 1,12 m, com marés máximas (excepcional) de 3,11 m. Os valores representativos da altura de maré na região são durante a maré sizígia (preamar média) de 2,60 m e durante a quadratura (média) de 1,60 m (PORTO DO RECIFE S.A., 2009).

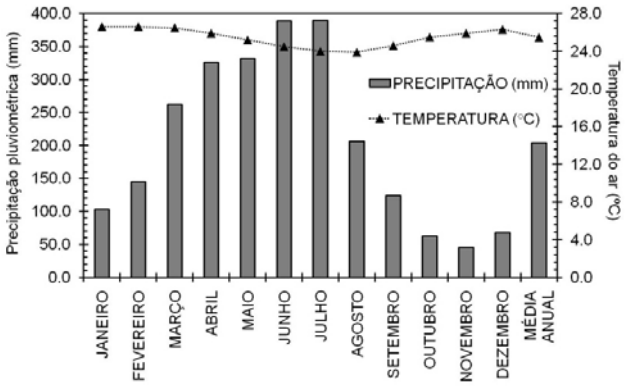

Figura 2 – Climatograma relativo à cidade de Recife (Pernambuco - Brasil), registrado na Estação Meteorológica de Recife/PE, 1961-1990. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

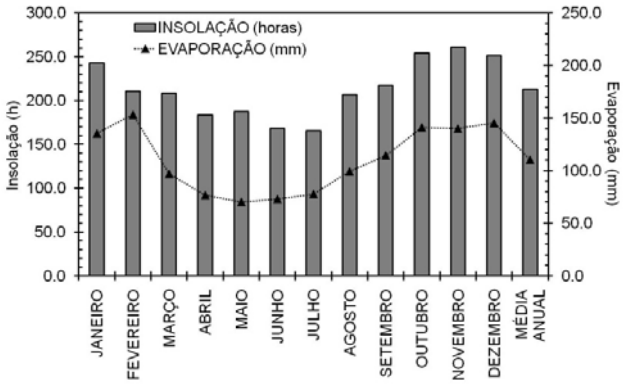

Figura 3 – Normais climatológicas de insolação e da evaporação relativa à cidade de Recife (Pernambuco - Brasil), registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, 1961-1990. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

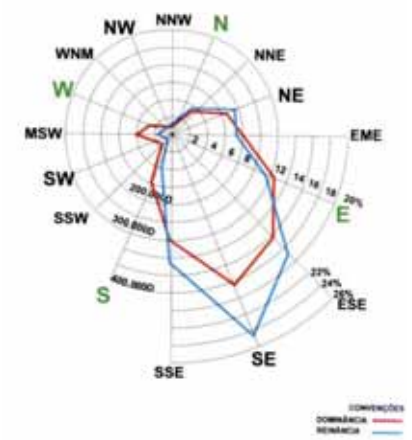

Figura 4 - Variação da velocidade ($m.s^{-1}$) e direção dos ventos relativo à área portuária do Recife. Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH) *apud* Maia & Torres Consultores Associados LTDA, 2008.

A diversidade fisiográfica, representada pelas desembocaduras dos rios Beberibe, Capibaribe e da Bacia do Pina, associada à limitação dos recifes, molhe e

quebramar formadores do Porto do Recife, favorece a influência direta de depósitos de materiais diversos carreados pelos rios até a bacia portuária. Este processo contínuo de assoreamento obriga o Porto do Recife, em caráter permanente, a proceder a dragagens de manutenção para manter o porto em condições de navegabilidade. Além disso, determina situações diferenciadas na qualidade das águas superficiais, que atingem diretamente o mar através da bacia do Porto do Recife, provocando alterações no sistema sedimentar e na batimetria da área (MAIA & TORRES CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA, 2008).

Os sedimentos que ocorrem na área são compostos por materiais finos (silte+argila) com baixíssimo teor de areia, constituídos por diversas fácies sílico-argilosas, intercaladas por fácies arenosas marinhas de origem flúvio-marinha. A profundidade da bacia portuária varia entre 6,5 m no Canal Norte e é utilizado apenas por embarcações de pequeno porte e em cotas mais profundas, 11,50 m, o fundo é constituído de material arenoso (MAIA & TORRES CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA, 2008).

O aporte dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina (formada pela junção dos rios Tejipió, Jordão, Jequiá e Pina), traz águas ricas em sais nutrientes, material em suspensão, poluentes e outros produtos de lixiviação, reduzindo drasticamente a camada fótica na bacia portuária, principalmente, durante o período de maior pluviosidade. O impacto do aporte fluvial, em termos de matéria orgânica, torna-se evidente através das altas taxas de demanda bioquímica do oxigênio (DBO_5) (RESSURREIÇÃO; PASSAVANTE; MACÊDO, 1996).

O estresse ambiental na bacia portuária do Recife resulta em baixos índices de diversidade específica e equitabilidade de organismos bentônicos e zooplanctônicos devido à dominância de algumas espécies. No zooplâncton, a presença marcante do Tintinnina *Favella ehrenbergii* (Claparède e Lachmann, 1858) e dos Rotifera *Rotaria rotatoria* (Pallas, 1766), *Brachionus havanaensis* Rousselet, 1918 e *Brachionus angularis* Gosse, 1951. Estas espécies são características de ambientes com alto teor de matéria orgânica e confirma o forte desequilíbrio ambiental na área. No bentos, a alta carga de poluição orgânica favorece o desenvolvimento de espécies oportunistas (r-estrategistas), como o predomínio de *Chthamalus* sp. e *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad, 1831) que são espécies exóticas e típicas de ambientes instáveis e poluídos (SILVA *et* al., 1986; VITORIO, 2006; FARRAPEIRA *et al*., 2007).

Farrapeira *et al.* (2007), inventariaram 60 espécies da macrofauna incrustante em cascos de embarcações e destacaram *Conchoderma virgatum* (Spengler, 1790), como primeiro registro para o litoral brasileiro, e *Conchoderma auritum* (Linnaeus, 1758)*, Amphibalanus subalbidus* (Henry, 1973) e *Haliplanella lineata* (Verrill, 1870) para o litoral do estado de Pernambuco. Além disso, confirmaram *Amphibalanus reticulatus* (Utinoni, 1967) e *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad, 1831) como espécies invasoras na área estuarina da cidade do Recife e *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) como espécie em risco de invasão. Essas ocorrências mostram que a área portuária do Recife, além de estar exposta sazonalmente a vários impactos negativos, devido à degradação metropolitana e ao elevado nível de eutrofização, ainda ocorre o risco de modificação em sua biodiversidade faunística, através da invasão de espécies exóticas

Apesar dos efeitos nocivos decorrentes da elevada eutrofização, ainda podem ser encontradas na bacia portuária do Recife diversas espécies de anelídeos, moluscos, crustáceos e peixes, alguns dos quais de reconhecido valor econômico, como peixes das famílias Mugilidae, Gerreidae e Clupeidae (QUADRANTE CONSULTORES, 2008).

Mesmo assim, a distribuição homogênea dos organismos ao longo da área mostra que o local apresenta uma alta resiliência, decorrente da constante renovação do fluxo marinho, o qual permite ao ambiente renovar-se periodicamente. Este fato, mantém a comunidade local, já que perturbações ambientais constituem um dos fatores que alteram a distribuição dos organismos (NERY *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.,* 2009).

3.1 ECOSSISTEMAS ASSOCIADOS

Os ecossistemas associados à bacia portuária do Recife serão apresentados a seguir contendo algumas características ambientais.

3.1.1 **O rio Beberibe**

O rio Beberibe, um dos formadores da bacia portuária, nasce no município de Camaragibe e é formado pelos rios Araçá e Pacas, possui uma área de drenagem de 81 km^2, na qual se insere 54 km^2 no município de Recife, percorre 23 km de extensão até desaguar no Oceano Atlântico (CONDEPE, 1980). No seu curso

inferior, a partir de 15 km de sua desembocadura, o rio Beberibe e seus afluentes (rio Morno, riacho Lavatripa, os canais do Vasco da Gama e da Malária) atravessam bairros populosos e desprovidos de saneamento básico, apresentando um quadro preocupante, por receberem elevada carga *in natura* de esgotos domésticos e industriais bem como de lixo (BRAGA, 1986). Na maior parte de seu curso, o Beberibe é um rio estreito, com cerca de seis metros de largura, "alargando-se somente no seu trecho final, quando sofre influência do fluxo da preamar".

Segundo Almeida e Carvalho (2009) o rio Beberibe apresenta-se totalmente comprometido e com assentamentos em áreas de grande risco ambiental, abrangendo áreas onde se concentram os piores bolsões de pobreza e os piores indicadores sociais do Recife.

Nas margens do rio Beberibe, os manguezais se encontram degradados sofrendo aterros indiscriminados para construção de favela, corte de vegetação de mangue, poluição por esgoto doméstico e lançamento de resíduos sólidos, entre outros usos danosos (BELTRÃO *et al.*, 1995). Entretanto, algumas áreas de mangue em recuperação ainda são encontradas, resultado de ações de replantio por associações ambientais.

Segundo a Companhia Pernambuco do Meio Ambiente (2001; 2008), devido ao grande volume de efluentes industriais e domésticos, resultante da densa ocupação urbana, ocorre o comprometimento da qualidade da água, que apresenta valores de oxigênio dissolvido (OD) abaixo do limite para as águas doces, segundo a Resolução do CONAMA 357/05 (OD ≥ 2 mg/L), com diversas ocorrências de anoxia (OD = 0,0 mg/L), bem como por valores desconformes de demanda bioquímica do oxigênio (DBO_5), fósforo total, amônia e coliformes termotolerantes. Com relação ao Índice do Estado Trófico, na zona homogênea de habitação densa, a condição hipereutrófica é constante. Também, ocorre ecotoxicidade no mês de outubro, no rio Morno e no rio Beberibe, indicando contaminação por agente químico.

3.1.2 **O rio Capibaribe**

O rio Capibaribe, de grande importância para a RMR e, em especial, para a cidade do Recife, possui uma área de drenagem de 7.716 km^2, que equivale a aproximadamente 7,85% da área total de Pernambuco (CONDEPE, 1980). Nasce na Serra de Jacarará (no limite dos Municípios de Poção e Jataúba), percorre 240 km

de extensão até desaguar no oceano Atlântico, passa por 39 cidades e a grande maioria dos habitantes polui suas águas com esgotos domésticos e lixo. Em vários municípios, as margens do rio abrigam pocilgas e curtumes. Matadouros e hospitais jogam resíduos sem nenhum tratamento em seu leito. Ao seu redor existem 54 indústrias (a mais expressiva é a sucroalcooleira) potencialmente poluidoras (ALVES, 1995).

Como consequência, a área estuarina sofre os efeitos dos impactos antrópicos, que resultam em um acentuado comprometimento da qualidade da água, notadamente durante o período das chuvas, quando são registradas, diversas vezes, depleção do oxigênio, valores elevados da DBO_5 e do material orgânico em suspensão e presença de coliformes fecais (TRAVASSOS; MACÊDO; KOENING, 1991/1993). Durante esse período, a clorofila *a* atinge os valores anuais mais baixos, em torno de 0,65 $mg.m^{-3}$, que são reflexos da diminuição da camada fótica na coluna d'água, provocada pelo grande aporte de material particulado em suspensão, inibindo o florescimento do fitoplâncton. Durante o período de estiagem, os valores de clorofila *a* atingem limites extremamente elevados, em torno de 297,02 $mg.m^{-3}$, representando uma resposta do fitoplâncton às melhores condições de transparência da água e disponibilidade de nutrientes, favorecendo, especialmente, os grupos de diatomáceas, microflagelados e cianobactérias. Essas variações apresentam diferenças significativas entre os períodos sazonais e entre as marés (TRAVASSOS; MACÊDO; KOENING, 1991/1993; MACÊDO; TRAVASSOS; KOENING, 1993; KOENING *et al.,* 1995).

Segundo Silva (1994) e Silva *et al.* (1996), no zooplâncton são notadas altas densidades, diversidade específica e equitabilidade, registrando a ocorrência de organismos bem adaptados a estuário com baixa salinidade e poluição orgânica. Entre os 34 táxons, foi registrada uma associação de espécies eurialinas, de origem limnética, formada pelas seguintes espécies: *Tintinnopsis* sp., *Brachionus falcatus* Zacharias, 1898, *Moina micrura* Kurz, 1874, *Brachionus calyciflorus anuraeiformis* (Brehm, 1909), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *B. angularis* Gosse, 1951, *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943, *Colurella* sp., *Testudinella patina* (Hermann, 1783), *Lecane bulla* (Gosse, 1851), *Ilyocrypts spinifer* Herrik, 1882, além de larvas de Cladocera, Nematoda, larvas de Polychaeta, náuplios de Copepoda, larvas de

Gastropoda, *Pseudodiaptomus marshi* Wright, 1936, *B. plicatilis* (Muller, 1786), *Rotaria* sp., *Euterpina acutifrons* (Dana, 1849), *Mesocyclops* sp. e Bdelloidea).

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

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

3.1.3 **A Bacia do Pina**

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

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

1995; NASCIMENTO; FEITOSA; MUNIZ, 1999; FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA, 1999).

A forte influência limnética oriunda dos tributários (rios Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina) aliada ao fluxo marinho distinguem na Bacia do Pina três micro-regiões com características hidrológicas distintas: (A) micro-região sob influência nitidamente marinha, apresentando-se como um estuário de cunha salina; (B) micro-região da bacia do Pina propriamente dita, uma área sob forte influência de descargas de dejetos antrópicos e industriais, com características marinhas e limnéticas; e (C) micro-região sob maior influência limnética (SANTOS *et al.*, 2009).

Nascimento, Feitosa e Muniz (2000) e Santiago *et al.* (2010) na Bacia do Pina, o fitoplâncton apresenta-se bem representado por diatomáceas, entre as quais destacam-se as espécies: *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, *Coscinodiscus excentricus* v. *fasciculata* Schmidt, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, *Cyclotella stylorum* Brigtwell, *Cyclotella striata* (Kutzing) Grunow, *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, *Nitzschia sigma* (Kutzing) W. Smith, *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve e *Surirella febigerii* Lewis, ocorrendo, também, clorofícea (*Pediastrum biwae* Negoro), cianofícea (*Oscillatoria princeps* Vaucher) e dinoflagelado (*Ceratium furca* Vaucher ex Gomont). As maiores densidades fitoplanctônicas ocorrem durante o período de estiagem, quando as condições ambientais são mais favoráveis e o número de cél.L^{-1} pode atingir valores em torno de 10 X 10^6 cél.L^{-1}, podendo ocorrer excessivos florescimentos da cianofícea *Oscillatoria (Trichodesmium) erytraeum* Ehrenberg.

O zooplâncton está, principalmente, constituído por espécies holoplanctônicas (cerca de 60%), destacando-se os Copepoda como os organismos mais frequentes: *Acartia lilljeborgi* Giesbrecht, 1892, *Oithona oswaldocruzi* Oliveira, 1945, *O. hebes* Santos, 1973, *Euterpina acutifrons* (Dana, 1852), *Parvocalanus crassirostris* (Dahl, 1894). Outras espécies de Copepoda, também, contribuem para o aumento da biomassa zooplanctônica: *Apocyclops procerus* (Herbst, 1955), *Calanopia americana* Dahl F., 1894, *Centropages velificatus* (Oliveira, 1947), *Corycaeus giesbrechti* Dahl F., 1894, *Eucalanus pileatus* Giesbrech, 1888, *Halicyclops* sp., *Labidocera fluviatilis* Dahl, 1894, *Longipedia* sp., *Oithona oculata* Farran, 1913, *Oithona plumifera* (Baird, 1843), *Paracalanus quasimodo* Bowman, 1971, *Parvocalanus crassirostris* (Dahl, 1894), *Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F., 1894), *Temora turbinata* (Dana, 1849),

Temora turbinata (Dana, 1849) e *Tigriopus* sp. (ESKINAZI-SANT'ANNA; TUNDISI, 1996; ESKINAZI-SANT'ANNA, 2000).

Rotífera e Tintininna são também elementos importantes na fração do microzooplâncton da Bacia do Pina, com destaque para *Favella ehrenbergi* (Claparède e Lachmann, 1858) e *Brachionus plicatilis* Muller, 1786, as quais ocorrem com densidades elevadas (ESKINAZI-SANT'ANNA, 1993; VITORIO, 2006).

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

Em virtude do contínuo fluxo limnético, o zooplâncton da Bacia do Pina registra, também, a presença de espécies de água doce não residentes como *Notodiaptomus cearensis* Wright, 1936 e *Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F., 1894), e a ocorrência sazonal de *Eucalanus pileatus* Giesbrech, 1888, *Centropages velificatus* (Oliveira, 1947) e *Hemicyclops thalassius* (Dias, 1994), além de larva de Polychaeta (ESKINAZI-SANT'ANNA; TUNDISI, 1996; ESKINAZI-SANT'ANNA, 2000; PESSOA, 2009).

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

A meiofauna, de acordo com Rodrigues (2002), é dominada por Nematoda (em até 90%), cujos gêneros *Terschellingia, Spirinia* e *Theristus* apresentam uma distribuição contínua ao logo da bacia. A distribuição espacial da fauna sofre efeito diferenciado do teor de matéria orgânica, da fração de cascalho, da DBO_5, da taxa de oxigênio dissolvido, da temperatura e da salinidade, influindo drasticamente sobre a estrutura da comunidade da meiofauna e da Nematofauna. A ocorrência dos gêneros *Gerlachius, Halalaimus, Retrothristhus, Paracomesoma e Innocuonema* foram registrados pela primeira vez para a costa brasileira.

Diante do exposto, confirma-se que a área da bacia portuária do Recife, assim como seus ecossistemas associados, sofre sazonalmente os efeitos de impactos negativos oriundos da Região Metropolitana do Recife, determinando elevados níveis de eutrofização, com reflexos diretos na composição, distribuição e variação anual de toda a biota aquática.

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

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O plano de amostragem foi realizado em duas épocas do ano, em junho de 2007 (período chuvoso) e em novembro de 2007 (período de estiagem) na bacia portuária do Recife no estado de Pernambuco (Brasil), durante ciclos de marés semidiurnos com aproximadamente 13 horas consecutivas (vazante, baixa-mar, enchente e preamar). Amostras e medições *in situ* foram coletadas em três pontos de coleta fixos no canal estuarino do Porto do Recife – Brasil. Os dias de coleta foram selecionados de acordo com a altura das marés, em maré de sizígia.

Os pontos de coleta (Fig. 5) foram posicionados em seção transversal, com 188,6 m, georeferenciados com o auxilio de um GPS Garmin modelo 12, caracterizados da seguinte maneira:

Ponto 1 - localizado na margem esquerda (latitude 8º 3’ 48,06” sul e longitude 34º 52’ 14,92” oeste), apresenta como característica básica a presença do ancoradouro para o Barco Escola da Prefeitura do Recife, bem como, barcos que fazem a travessia. A profundidade média local foi de 5,4 m na maré enchente durante o período de estiagem e de 7,2 m na preamar durante o período chuvoso.

Ponto 2 - localizado na parte central, entre a margem esquerda e direita (latitude 8º 3’ 48,94” sul e longitude 34º 52’ 12,31” oeste). A profundidade média local foi de 7,1 m na baixa-mar no período chuvoso e de 9,83 m na preamar durante o período de estiagem.

Ponto 3 - localizado na margem direita (latitude 8º 3’ 49,62” sul e longitude 34º 52’ 09,63” oeste), apresenta como característica básica a presença de um istmo de recife de arenito. A profundidade média local foi de 5,56 m na baixa-mar e de 9,36 m na preamar, ambos no período de estiagem.

Foram analisados parâmetros climatológicos (temperatura, precipitação pluviométrica, insolação, evaporação, velocidade e direção do vento), morfológico (profundidade), hidrológicos (transparência, potencial hidrogeniônico, temperatura, salinidade, material particulado em suspensão, oxigênio dissolvido, demanda bioquimica do oxigênio, nutrientes inorgânicos dissolvidos, densidade da água, magnitude e direção das correntes de marés observadas a cada 3 horas na coluna de água (0,5 m abaixo da superfície, no meio e, a 0,5 m acima do fundo)) e

biológicos (clorofila *a* total e fracionada e a comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica).

O nível da maré foi obtido através das Tábuas de Marés referente ao Porto do Recife (CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA; DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, 2007a; 2007b) e interpolado em uma série temporal a cada 10 minutos (De BOR, 1978).

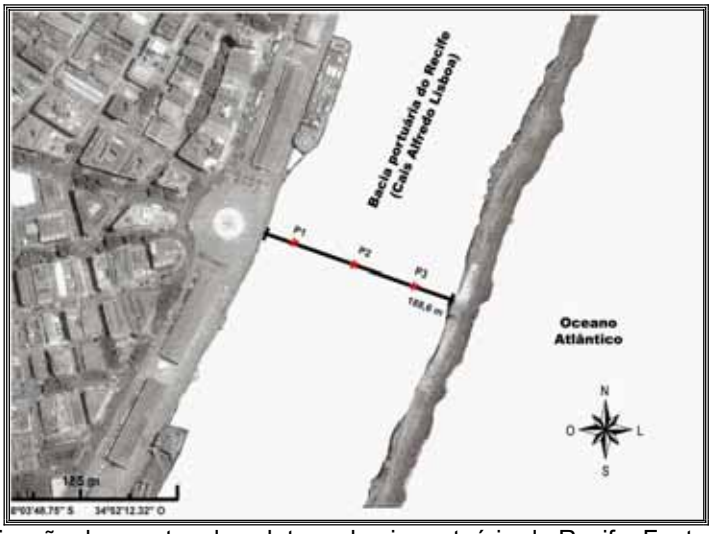

Figura 5 - Localização dos pontos de coleta na bacia portuária do Recife. Fonte original: Google Earth, disponível em: <www.googleearth.com.br>. Acessado em: nov 2007.

Para análise da comunidade planctônica foram coletadas amostras de água no Ponto 2, na parte superficial, com rede de plâncton com abertura de malha de 45 e 64 µm e garrafa adaptada para uso deste trabalho (Fig. 6).

Figura 6 - Garrafa adaptada utilizada nas coletas de água no Ponto 2 (parte superficial) na bacia portuária do Recife (Pernambuco, Brasil).

As metodologias utilizadas para as variáveis físicas, químicas e biológicas da água aqui expostas estão descritas detalhadamente a seguir:

4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As amostras de água para análise de pH, do material particulado em suspensão, do teor de clorofila *a* e dos nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) foram realizadas com o auxílio da garrafa de Nansen e outra adaptada para uso deste trabalho (Fig. 7). Após serem coletadas, foram acondicionadas em garrafas plásticas foscas com volumes entre 0,5 L a 1,0 L, exceto as amostras para oxigênio dissolvido e DBO_5 que foram armazenadas em frascos de vidros âmbar de 150 mL.

Estes parâmetros foram analisados nos Laboratórios de Produção Primária e Química do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

4.1.1 **Dados climatológicos**

Os dados climatológicos foram oriundos da Estação Meteorológica do Recife, nº 82900 (latitude 08° 03' sul e longitude 34° 55' oeste, com altitude de 8,25 m do nível do mar), cedido pelo 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pertencente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MA) do Brasil.

Foram obtidos dados referentes à temperatura do ar (ºC), a insolação total (h), a evaporação total (mm), a velocidade média ($m.s^{-1}$) e direção do vento (1ª e 2ª predominantes), a precipitação pluviométrica (mm) para o período chuvoso (junho de 2007) e de estiagem (novembro de 2007).

4.1.2 **Transparência da água e coeficiente de extinção da luz**

A transparência da água foi determinada através de um disco de Secchi com 30 cm de diâmetro, preso a um cabo graduado. A medição da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi se fez do lado sombreado do barco, conforme a recomendação de Tyler (1968).

O coeficiente de extinção da luz (K) foi estimado com base nos valores de transparência da água, obtido de acordo com a fórmula de Poole e Atkins (1929):

$$Coe\ iciente\ de\ extinção\ da\ luz = \frac{1{,}7}{Profundidade\ de\ desaparecimento\ do\ disco\ de\ Secchi}$$

4.1.3 Potencial hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) foi mensurado em laboratório com a utilização do pH-metro de bancada Hanna 8471, com precisão de ±0,01, utilizando alíquotas das amostras coletadas para obtenção da concentração dos sais nutrientes dissolvidos na água.

4.1.4 Temperatura e salinidade da água, profundidade local, magnitude e direção das correntes de maré

Os valores de temperatura, da salinidade e da profundidade local foram estabelecidos com um perfilador CTD Seabird SBE-19. Simultaneamente, medidas da velocidade, da intensidade e direção da corrente de maré foram realizadas com correntômetro Sensordata SD 30, e posteriormente decompostas nos componentes longitudinal e transversal.

4.1.5 Material particulado em suspensão

O material particulado em suspensão (MPS) foi determinado em laboratório pelo método gravimétrico descrito por Baumgarten, Rocha e Niencheski (1996), em que as amostras com o volume conhecido foram filtradas com micro filtro de celulose GF52-C S&S de 0,45 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro, previamente calcinados e pesados (P_0). Após secagem, o filtro contendo o material foi colocado em caixa de plástico individual e levado para uma estufa a 130 ºC, por 24 horas, para ser então novamente pesado (P_1) para a determinação da concentração da fração de sólidos suspensos, através da equação:

$$Material\ particulado\ em\ suspensão\ (mg/L) = \frac{[P_1 - P_0]}{V_a} \cdot 1.000$$

Onde:

P_0 = peso do filtro previamente calcinado (g);

P_1 = peso do filtro seco na estufa por 24 horas, após filtração (g);

V_a = volume da amostra (mL);

1.000 = fator de conversão de g/L para mg/L.

4.1.6 Oxigênio dissolvido na água e taxa de saturação do oxigênio dissolvido

A determinação do oxigênio dissolvido na água foi através do método de Winkler, descrito por Strickland e Parsons (1972).

Os valores de saturação de oxigênio foram calculados a partir da relação entre a temperatura e a salinidade do local, apresentadas nas tabelas da International Oceanographic Tables da UNESCO (1973), para obter o valor ideal de oxigênio dissolvido na água. Posteriormente calculou a relação do valor do oxigênio dissolvido ideal com os valores obtidos no local.

4.1.7 **Demanda bioquímica do oxigênio**

Para a determinação da demanda bioquímica do oxigênio (DBO_5), utilizou o teste de DBO padrão, segundo *Standard Methods for the Examination of Waste-Water* (APHA, 1985). Foi determinada no dia da coleta a concentração de oxigênio dissolvido na água e outra amostra correspondendo a esta foi mantida em frasco de cor âmbar fechado em incubadora a 20 ºC por cinco dias, para a determinação da concentração de oxigênio dissolvido. O valor da DBO_5 é a diferença entre a medida final e a inicial do oxigênio dissolvido.

4.1.8 **Nutrientes inorgânicos dissolvidos**

Os nutrientes inorgânicos dissolvidos analisados foram: nitrogênio amoniacal-N, denominado de amônia-N (NH_3^- +NH_4 + N), nitrito-N (NO_2^- - N), nitrato-N (NO_3^- - N), fosfato-P (PO_4^-- P) e silicato-Si (SiO_2^- - Si). As amostras de água usadas para determinação das concentrações desses nutrientes foram previamente filtradas, utilizando micro filtro de fibra GF52-C S&S de 0,45 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro. As análises desses nutrientes foram determinadas pelo método colorimétrico (4500B) descritos por Strickland e Parsons (1972) e Grasshoff, Emrhardt e Kremling (1983).

Para caracterizar o potencial de fertilidade foi calculada a relação entre as concentrações de nitrogênio e fósforo (N:P) baseado em Redfield (1958), onde verificou que o fitoplâncton marinho absorve 16 átomos de nitrogênio para cada átomo de fósforo (16:1).

4.1.9 **Biomassa fitoplanctônica (Clorofila *a*) fracionada**

Para a determinação da biomassa fitoplanctônica foi utilizada o teor de clorofila *a* (total e fracionada). As amostras foram coletadas, com auxílio da garrafa de Nansen. A água foi transferida para garrafas de polietileno de 1 L de capacidade e mantidas em isopor com gelo até a chegada ao laboratório de apoio.

Para o fracionamento das amostras utilizou-se um tubo de PVC com uma tela de 20 µm passando em seguida pelo filtro Milipore, separando-se as frações do microplâncton (> 20 µm), a do nano-picoplâncton (< 20 µm) e o teor de clorofila *a* da fração do microplâncton é a subtração dos resultados anteriores.

As amostras foram filtradas imediatamente em bomba a vácuo, utilizando micro filtros de celulose GF52-C S&S (47 mm de diâmetro e 0,45 µm de porosidade), trabalhou-se com réplicas para conseguir resultado mais preciso, obtendo-se uma média. Estes filtros foram macerados em tubo de ensaio com acetona 90% a frio como solvente orgânico e deixado em freezer a uma temperatura de 18 ºC por 24 horas. Depois de retirar do freezer a temperatura ambiente, os tubos foram colocados na centrífuga Excelsa Baby Fanema a 3.000 rpm, por 10 minutos para então ser feita a leitura em um espectrofotômetro de marca Biochrom modelo Libra S6, utilizando as absorbâncias 630, 645, 665 e 750 nm. Essa metodologia está descrita em Unesco (1966).

Para os cálculos da clorofila *a*, foi aplicada a equação apresentada por Parsons e Strickland (1963):

$$Clo\text{-}a\ (mg.m^{-3}) = \frac{11.6 \cdot DD_{665} - (1.31 \cdot DD_{645} + 0.14 \cdot DD_{630} + DD_{750}) \cdot v}{V_f \, V_f \cdot L}$$

Onde:

$Clo\text{-}a$ = clorofila a, expressa em mg.m^{-3};

D_{635} = absorbância no comprimento de onda de 635 nm;

D_{645} = absorbância no comprimento de onda de 645 nm;

D_{665} = absorbância no comprimento de onda de 665 nm;

D_{750} = absorbância no comprimento de onda de 750 nm;

v = volume final de acetona a 90% adicionado = 10 mL;

V_f = volume da água filtrada (litros);

L = caminho óptico da cubeta = 1 cm.

4.1.10 **Biomassa sestônica**

Para a determinação da biomassa sestônica empregou o método gravimétrico, utilizando o peso úmido das amostras coletadas com as redes de plâncton (com 45 e 64 µm de abertura de malha). Foi removida a água intersticial das amostras e para

a pesagem fez uso da balança de precisão de marca Geraka BC 8000, seguindo a técnica descrita por Omori e Ikeda (1984).

4.1.11 **Comunidade planctônica**

Para o estudo da comunidade planctônica foram utilizadas duas metodologias de coleta (rede de plâncton com malhas de 45 e 64 µm de abertura e garrafa) para análises quali-quantitativa.

Os táxons foram identificados até o menor nível táxonômico possível, mediante análise de características morfológicas e morfométricas. Foram considerados como um indivíduo fitoplanctônico cada célula, filamentos e colônias.

A análise táxonômica do plâncton baseou-se nas seguintes bibliografias: Péragallo e Péragallo (1897-1908); Hustedt (1930; 1959; 1961-1966); Cupp (1943); Tregouboff e Rose (1957); Desikachary (1959); Bougis (1974); Hendey (1976); Sournia (1967); Wood (1968); Bourrely (1972); Prescott (1975); Boltovskoy (1981; 1999); Dodge (1982); Parra *et al.* (1982); Omori e Ikeda (1984); Nishida (1985); Sournia (1986); Ricard (1987); Balech (1988); Chretiénnot-Dinnet, Bilard e Sournia (1990); Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990); Huys e Boxshall (1991); Huys *et al.* (1996); Tenenbaum (2006); Tomas (1997).

No enquadramento dos táxons do fitoplâncton foi utilizado o sistema de classificação de Guiry e Guiry (2010). O zooplâncton foi baseado na classificação de Boltovskoy (1999) e a organização filogenética de acordo com Ruppert e Barnes (1996).

4.1.11.1 Análise qualitativa do fitoplâncton

Para a análise qualitativa do fitoplâncton, as amostras foram coletadas através de arrastos horizontais superficiais durante três minutos, com o barco funcionando em marcha lenta, com velocidade aproximada de 1 nó, sempre no sentido contrário da maré. Para isto, utilizou duas redes de plâncton padrão, com 45 e 64 µm de abertura de malha. Em seguida, as amostras foram preservadas em formol neutro a 4% seguindo a técnica descrita por Newell e Newell (1963).

Em laboratório, as amostras foram homogeneizadas, sendo analisadas sub-amostras de 1,0 mL para identificação e contagem direta dos táxons em lâminas semipermanentes, sendo contados todos os indivíduos encontrados na lâmina, utilizando um microscópio óptico Motic, modelo Type 102M.

4.1.11.2 Análise quantitativa do fitoplâncton

Para a análise quantitativa (fitoplâncton total - densidade celular) foram coletadas amostras na parte superficial da água no centro do Porto do Recife (Ponto 2) com uma garrafa adaptada para este trabalho (Fig. 6) e imediatamente preservada com cinco gotas de solução de lugol a 2%. O material foi estocado em ambiente ventilado e protegido da luminosidade.

Em laboratório, a contagem foi realizada em microscópio invertido (marca WILD M-40), com aumento de 450X em técnica de transecção, onde se padronizou a contagem de dois transectos (vertical e horizontal), aplicando-se o método de Utermöhl (HASLE, 1978). Esse método consiste em se deixar sedimentar um volume conhecido (10 mL) da amostra da água (previamente homogeneizada) em câmara de sedimentação e efetuar a contagem de partes do fundo dessa câmara de sedimentação. Foi adicionado em cada sub-amostra corante Rosa de Bengala para distinguir as células fitoplanctônicas e partículas de sedimentos (THRONDSEN, 1978), com tempo médio de sedimentação de 24 horas. Calculou-se ao final, a densidade dos organismos fitoplanctônicos (cel.L^{-1}) utilizando a fórmula de Villafañe e Reid (1995):

$$D\ (cél.L^{-1}) = \frac{N}{V} \therefore\therefore V = \frac{At \cdot Vc}{Ac}$$

Sendo:

D = densidade celular, expressa em cél.L^{-1};

N = número de organismos contados (transectos);

V = volume contado no transecto;

At = área de transeção da cubeta (mm^2);

Vc = Volume da câmara (mL);

Ac = Área da câmara (mm^2).

4.1.11.3 Análise quali-quantitativa do zooplâncton

Foram utilizadas as amostras coletadas com redes de plâncton (45 e 64 µm) para a análise quali-quantitativa dos organismos zooplanctônicos. Em laboratório, cada amostra foi diluída com água filtrada para um volume total de 350 mL em um béquer de vidro de 500 mL. Em seguida, foi homogeneizada e retirada uma sub-amostra de 2 mL, colocada em placa milimetrada do tipo "Sedgwick- Rafter" e analisada (identificação e contagem) sob microscópio binocular marca Zeiss.

Após a identificação e contagens dos organismos zooplanctônicos, foi calculada a sua densidade através da seguinte fórmula:

$$Densidade = \frac{N}{V}$$

Sendo: $Densidade$, expressa em ind.m^{-3};

N = número total de células encontradas na amostra; e

V = volume de água filtrado pela rede.

Onde:

$$N = \frac{Vt \cdot X}{Vc},$$

V_t = volume total da diluição;

X = número de células de cada táxon, na sub-amostra; e

V_c = volume da sub-amostra.

Onde:

$$V = A \cdot d \therefore d = vel \cdot t$$

A = área da boca da rede de plâncton (π.r^2);

d = distância percorrida pelo barco;

vel = velocidade do barco (1 nó); e

t = tempo percorrido pelo barco (3 minutos).

4.1.12 **Estrutura da comunidade planctônica**

4.1.12.1 Riqueza de espécie

A riqueza foi avaliada segundo o número de espécies identificadas nos períodos (chuvoso e de estiagem), nas amostras coletadas com redes (malha de 45 e 64 µm) e garrafa.

4.1.12.2 Característica ecológica

A classificação ecológica dos táxons infragenéricos planctônicos baseou-se em bibliografias usadas na identificação e no enquadramento táxonômico, e para o fitoplâncton utilizou-se, também, dos trabalhos de Valente-Moreira (1975), Valente-Moreira e Moreira Filho (1978), Moreira Filho *et al.* (1990), Torgan e Biancamano (1991), Moreira Filho, Eskinazi-Leça e Valente-Moreira (1994/1995), Moreira Filho *et al.* (1999).

4.1.12.3 Abundância relativa

A abundância relativa foi estimada a partir do número de indivíduos de cada táxon em relação ao número total de indivíduos de cada amostra, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Ar = \frac{N \cdot 100}{N_a}$$

Onde:

Ar = Abundância relativa;

N = numérico total de organismo de cada táxon na amostra;

N_a = numérico total de organismos na amostra;

100 = fator de conversão para porcentagem.

Para a interpretação dos resultados da abundância relativa seguiu-se o critério de Lobo e Leighton (1986):

- **Dominante** – espécie cuja ocorrência numérica é superior a 50% do número total de indivíduos da amostra;
- **Abundante** – espécie cuja ocorrência supera o valor médio de indivíduos da amostra;
- **Raro** – espécie cuja ocorrência é inferior ao valor médio de indivíduos da amostra.

4.1.12.4 Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência dos táxons foi expressa em forma de porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras coletadas com garrafa e nas duas redes de plâncton (45 µm e 64 µm), nas quais cada táxon ocorreu, e o número total de amostras analisadas, sendo aplicada a fórmula descrita por Mateucci e Colma (1982):

$$F = \frac{M \, x \, 100}{m}$$

em que: F = frequência de ocorrência;

M = número de amostras dos três coletores em que o táxon ocorreu;

m = número total de amostras estudadas;

100 = fator de conversão para porcentagem.

Para interpretação desses resultados, foi utilizada a seguinte escala:

- **Muito frequente** – espécie cuja ocorrência numérica é superior a 70% das amostras;
- **Frequente** – espécie cuja ocorrência seja ≤ 70 > 40% das amostras;
- **Pouco frequente** – espécie cuja ocorrência é ≤ 40 > 10% da amostra;
- **Esporádico** – espécie cuja ocorrência é igual ou inferior a 10% das amostras.

4.1.12.5 Índice de diversidade específica

Para cálculo da diversidade específica foi utilizado o programa computacional Ecology (Measures of Community and Measures of Community Simmilarity), que basea-se no índice de Shannon (SHANNON, 1948), através da seguinte fórmula:

$$H'(bits.cel^{-1}) = \sum pi \cdot log_2 pi \therefore pi = {}^{ni}/_{N}$$

Onde:

$H'(bits.cel^{-1})$ = índice de Shannon;

pi = probabilidade de coleta da espécie i na população;

ni = número de indivíduo da espécie i;

N = número total de indivíduos.

Em função dos resultados da diversidade específica, as amostras foram consideradas como:

- **Alta** – amostra cuja diversidade é superior a 3,0 bits.cel^{-1};
- **Média** – amostra cuja diversidade ocorreu entre 2,0 ┤ 3,0 bits.cel^{-1};
- **Baixa** – amostra cuja diversidade é 1,0 ┤ 2,0 bits.cel^{-1};
- **Muito baixa** – amostra cuja diversidade foi menor que 1,0 bits.cel^{-1}.

4.1.12.6 Equitabilidade

Para o cálculo do índice de equitabilidade (J') utilizou, também, o programa computacional Ecology (Measures of Community and Measures of Community Simmilarity), baseado nos valores do índice de Shannon, de acordo com a seguinte fórmula:

$$J' = \frac{H'}{log_2 S}$$

Onde,

H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies de cada amostra.

O valor da equitabilidade varia entre zero e um, e representa:

- **Alta** – amostra cuja equitabilidade seja próximo de *um*, quando todas as espécies estão igualmente representadas;
- **Baixa** – amostra cuja equitabilidade seja próximo de *zero*, quando quase totalidade da amostra pertence a uma só espécie.

4.2 FLUXO DE MATERIAIS

A base de dados obtida foi analisada seguindo os procedimentos descritos em Miranda, Castro e Kjerfve (1998; 2002) e Gianesella *et al.* (2005). Considerando que o canal estuarino é lateralmente homogêneo as séries temporais do componente longitudinal da velocidade (u), nutrientes, clorofila *a* (total, fração pico-nanoplâncton e microplâncton) e material particulado em suspensão foram usados para estimar o transporte dessas propriedades.

Como descrito por Gianesella *et al.* (2005), as reações dos elementos não conservativos como fonte e sumidouro por processos químicos e biológicos foram negligenciados no cálculo. As possíveis mudanças nas concentrações dos nutrientes e clorofila *a* são pequenas, considerando a pequena escala de tempo (13 horas). A variabilidade observada para o período chuvoso e de estiagem foram claramente relacionados à descarga fluvial e ao intercâmbio salino. O transporte instantâneo advectivo de massa de uma propriedade ($Tc(t)$), através de uma seção transversal normal ao fluxo longitudinal de um canal estuarino é igual a:

$$Tc(t) = \int_0^H \rho(uC)dz = \overline{\rho uC}\ H, \quad (1)$$

Onde, ρ é a densidade (a qual foi considerada constante e igual a 1,000 kg m^{-3}, $\mathbf{u}$ é a componente longitudinal da velocidade (u>0 estuário abaixo, em m s^{-1}), $\mathbf{C}$ é a concentração da propriedade (em g kg^{-1} ou mg kg^{-1}) e, $\mathbf{H}$ = $H(t)$ a propriedade (em m). A barra ($^-$) denota a média da variável sobre a profundidade total. O transporte resultante médio <Tc> sob um ou mais ciclos completos de maré (T) é dado por:

$$Tc = \frac{1}{T}\int_0^T Tc(t)dt = \rho < \overline{uC}\ H >, \text{ em g } m^{-1}\ s^{-1}, \quad (2)$$

O valor médio espacial-temporal para a componente $\mathbf{u}$ é dado por $< \bar{u} >$ e pode ser aproximado ao valor do componente da velocidade gerada pela descarga

fluvial $< \bar{u} > \cong$ Q/A, onde **Q** e **A** são a descarga fluvial ($m^3\ s^{-1}$) e a área da seção transversal (m^2), respectivamente.

Seguindo um procedimento similar ao elaborado por Bodwen (1963), Dyer (1974), Hunkins (1981) e Gianesella *et al.* (2005), a velocidade e salinidade podem ser decompostas dentro dos termos que representam os processos físicos responsáveis pelo transporte de massa advectivo e dispersivo. Este fenômeno pode ser analisado com a separação da influência periódica da maré (barotrópica) da circulação gravitacional (baroclínica) e eventuais efeitos do vento. O objetivo principal foi separar o transporte longitudinal da velocidade, a salinidade e a espessura da coluna d'água decomposta em parcelas. Isto permitiu a identificação de várias correlações que indicaram processos físicos responsáveis pelo transporte das propriedades observadas estuário acima e abaixo, denominados de advectivo e dispersivo, respectivamente.

Para um canal estuarino lateralmente homogêneo, essa decomposição foi dada por:

$$u\,(z,t) = <\bar{u}> + ut(t) + uz(z) + u'(z,t) \quad (3)$$

onde:

$< \bar{u} >$ = descarga fluvial,

$ut = < u > - < \bar{u} >$ (barotrópico),

$uz = \bar{u} - < \bar{u} >$ (baroclínico),

$u' = u(z,t) - < \bar{u} > - ut - uz$ (turbulência),

Equivalente para uma concentração de uma propriedade qualquer,

$$C\,(z,t) = < \bar{C} > + Ct(t) + Cz(z) + C'(z,t) \quad (4)$$

A profundidade para cada estação é dada por H, que pode ser decomposta por:

$$H(x,t) = H_0 + \varepsilon_t\,(x,t) \quad (5)$$

Onde, H_o é a profundidade média no tempo e $\varepsilon_t\ (x,t)$ é a altura da maré. Substituindo as equações 3, 4 e 5 na equação 2:

$$Tc = \frac{1}{T}\int_0^T Tc(t)dt = \rho < \overline{uC}H > =$$

$$\rho < \overline{[(<\bar{u}> + ut + uz + u')(<\bar{C}> + Ct + Cz + C')]}\ [H_0 + \varepsilon] \quad (6)$$

De acordo com este procedimento o transporte advectivo de uma propriedade sob condições estacionárias foi decomposto em 32 termos. Muitos desses termos podem ser desconsiderados ou incluídos sob as médias espaciais e temporais. Finalmente, sete componentes foram considerados para explicar o transporte total de uma variável através de uma seção transversal sob condições estacionárias:

$$\mathrm{Tc} = \rho\left(\begin{array}{c} <\bar{u}><\bar{C}>H_o + <ut\varepsilon t><\bar{C}> + <utCz>H_o + \overline{uzCz}H_o + <\overline{u'C'}H_o> \\ + <utCz\varepsilon t> + <\bar{u}><C\varepsilon t> \end{array}\right) \quad (7)$$

Onde, o transporte da componente de cada variável é atribuído a: descarga fluvial, velocidade de Stokes, correlação de maré, circulação gravitacional, cisalhamento de maré, dispersão de maré e, circulação residual, respectivamente. As equações 2 e 7 foram calculadas neste estudo com o objetivo de obter o erro relativo (%) do procedimento computacional e avaliar se os termos faltantes foram realmente insignificantes.

4.3 TRATAMENTO NUMÉRICO E ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para analisar as variáveis em relação às interações bióticas e abióticas, que caracterizam os processos ecológicos e permitir uma melhor compreensão da dinâmica ambiental, torna-se importante a aplicação de técnicas que propiciem essa compreensão. Entre estes métodos estatísticos e matemáticos disponíveis para o estudo de processos ecológicos, além dos tratamentos dos dados com relação à comunidade planctônica foram utilizados:

4.3.1 **Estatística descritiva**

A estatística descritiva foi calculada utilizando o programa Microsoft Excel 2003, a fim de avaliar o conjunto de dados, abióticos e bióticos, obtidos durante o período de amostragem, através da determinação de medidas de posição (média, mínimo e máximo), segundo os critérios de Doria Filho (1999) e Nazareth (2001).

4.3.2 **Análise de variância (Kruskal-Wallis)**

Para verificar se ocorreram diferenças significativas ($p<0,05$) em relação às variáveis ambientais e biológicas da comunidade planctônica, entre os períodos de estiagem e chuvoso e entre os estágios de marés (VZ, BM, EN e PM), foi utilizado o

teste não paramétrico de Kruskal-Wallis baseado nos valores medianos, com auxílio do programa computacional BioEstat 2.0.

4.3.3 **Teste de correlação de Pearson**

Com base na matriz dos parâmetros ambientais do Ponto 2 foi executado o teste de correlação momento-produto de Pearson, utilizando o programa computacional XLSTAT 2010, para correlacionar as variáveis ambientais entre si.

4.3.4 **Análise multivariada**

A associação dos táxons planctônicos foi determinada a partir do cálculo de dissimilaridade entre os organismos, baseado no coeficiente de Bray e Curtis e a classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Avarage Arithmetics – WPGMA). utilizando o programa computacional XLSTAT 2010.

4.4 NORMALIZAÇÃO DO TEXTO

Para a apresentação gráfica deste trabalho acadêmico (estrutura, sumário, numeração, citação, ilustração e referência bibliográfica) foram motivadas algumas recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2002a; 2002b; 2003a; 2003b; 2003c; 2005) e as tabelas tratadas numérica ou estatisticamente foram conforme as recomendações sugeridas pela Fundação Instituto de Geografia e Estatística (1993).

5 **RESULTADOS**

5.1 DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os parâmetros climatológicos (temperatura do ar, insolação total, evaporação total e precipitação pluviométrica), não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre o período estudado e a média histórica (1961-1990) (Fig. 7).

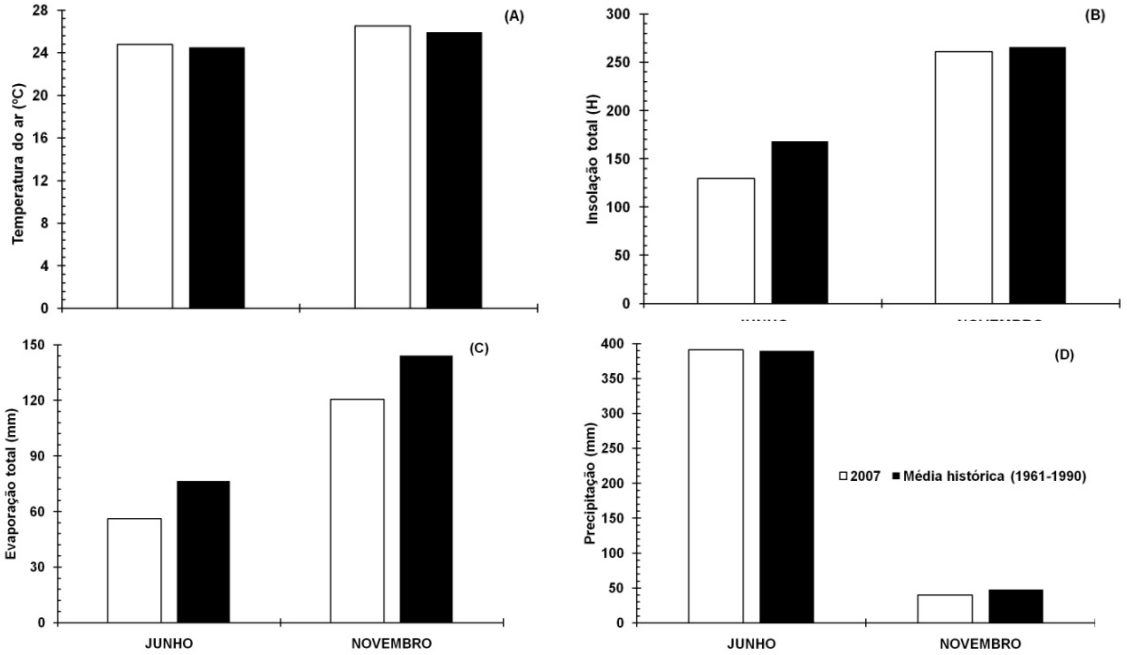

Figura 7 - Variação da temperatura do ar (A), insolação total (B), evaporação total (C) e precipitação pluviométrica (D) mensal no mês de coleta e média histórica (1961-1990) registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, do período chuvoso (junho) e de estiagem (novembro). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

Observa-se que a temperatura tem uma relação direta com a insolação e a evaporação, com valores mais altos em novembro (período de estiagem), e indiretamente com a precipitação pluviométrica que apresentam valores mais altos em junho (período chuvoso) (Fig. 7).

5.1.1 **Temperatura do ar**

A temperatura do ar diária apresentou em junho de 2007 (período chuvoso), valores variando de 23,8 ºC a 26,3 ºC, com média de 24,8 ºC e uma amplitude térmica de 2,5 ºC. Em novembro de 2007 (período de estiagem), os valores variaram de 25,7 ºC a 27,5 ºC, com média de 26,5 ºC e uma amplitude térmica de 1,8 ºC (Fig. 8).

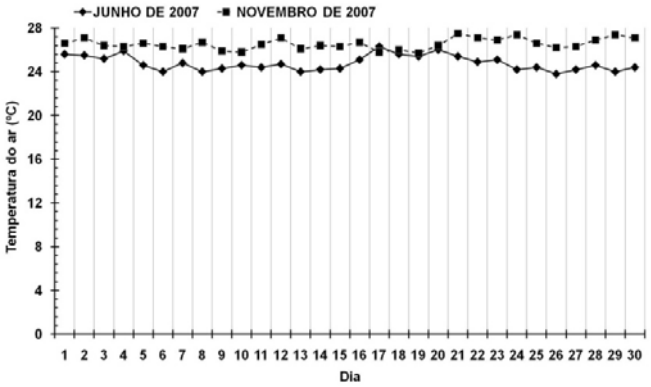

Figura 8 - Variação da temperatura do ar registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

5.1.2 **Insolação total**

A insolação total diária apresentou no período chuvoso, valores variando de 0 a 9,3 H, foi registrado um total de 129,8 H de insolação. No período de estiagem, os valores variaram de 4,0 a 10,9 H,e registrado um total de 261,1 H de insolação (Fig. 9).

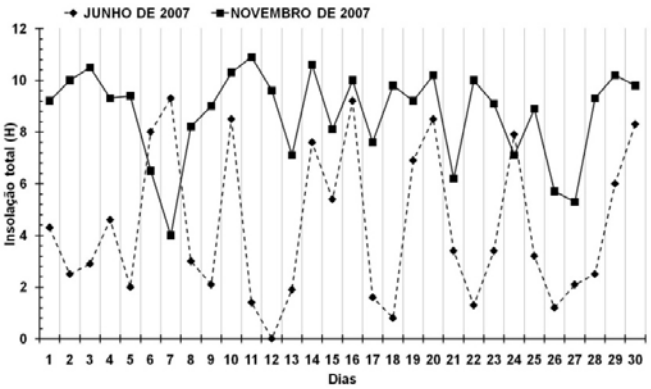

Figura 9 - Variação da insolação total registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, do em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

5.1.3 **Evaporação total**

A evaporação diária apresentou no período chuvoso, valores variando de 0,3 a 3,4 mm, com uma amplitude de 3,1 mm e um total de 56,1 mm. No período de estiagem, os valores variando de 0,7 a 5,8 mm, com total de 120,6 mm e uma amplitude de 5,1 mm (Fig. 10).

5.1.4 **Velocidade e direção do vento**

A velocidade diária do vento apresentou no período chuvoso, valores variando de 0,5 a 2,7 $m.s^{-1}$, com uma média de 1,6 $m.s^{-1}$, sopram predominantemente do Sul

(S). No período de estiagem, com valores variando de 1,7 a 3,7 $m.s^{-1}$, foi constatada uma média de 2,7 $m.s^{-1}$, sopram predominantemente de Sudeste (SE) (Fig. 11).

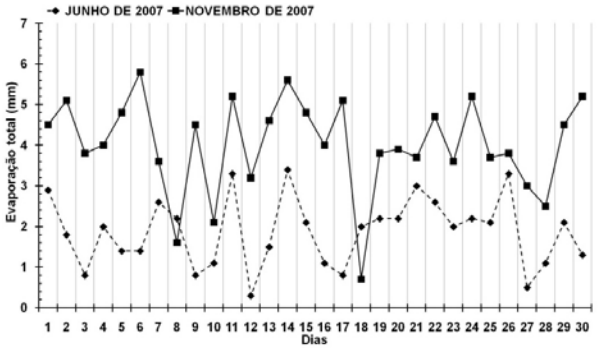

Figura 10 - Variação da evaporação total registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

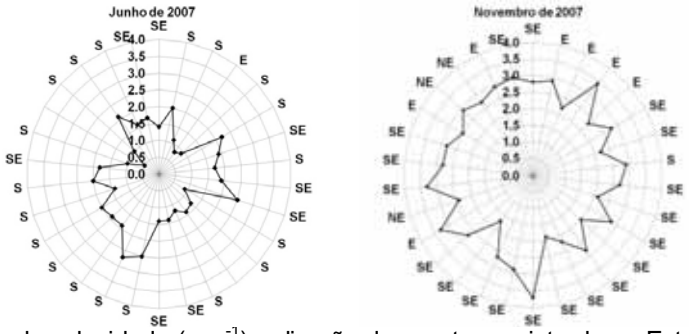

Figura 11 - Variação da velocidade ($m.s^{-1}$) e direção dos ventos registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

5.1.5 **Precipitação pluviométrica**

A precipitação pluviométrica apresentou valores no período chuvoso (junho de 2007), variando de zero a 75,8 mm, com um total de 390,8 mm. No período de estiagem, os valores variaram de zero a 14,3 mm, com um total de 40,0 mm (Fig. 12).

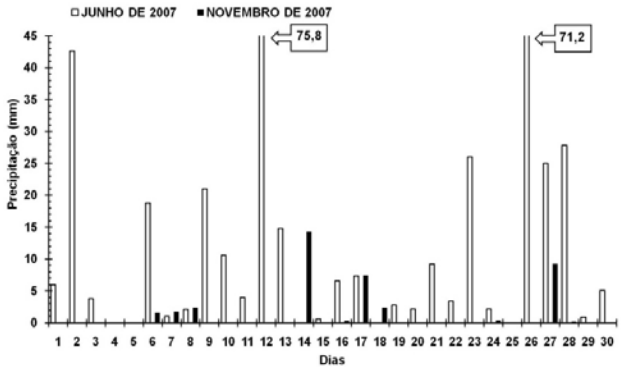

Figura 12 - Variação da precipitação pluviométrica (mm) registrada na Estação Meteorológica de Recife/PE, nº 82.900, em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME).

5.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS NO PONTO 2

Neste sub-capítulo serão apresentados os dados sobre variáveis ambientais das amostras coletadas no Ponto 2 na bacia portuária do Recife.

5.2.1 **Profundidade local**

A profundidade local no Ponto 2 não apresentou variação sazonal significativa (p=0,3865). Em junho de 2007 (período chuvoso) a profundidade mínima foi de 7,1 m na baixa-mar, e máxima de 9,4 m durante a preamar, com média de 8,10 m, e em novembro a mínima foi 7,25 m durante a vazante e máxima de 9,83 m durante a preamar, com média de 8,57 m (Fig. 13).

Com relação aos regimes de marés, as vazantes e baixa-mares foram significativamente diferentes em relação às preamares (p<0,05), com os maiores valores registrados nas preamares.

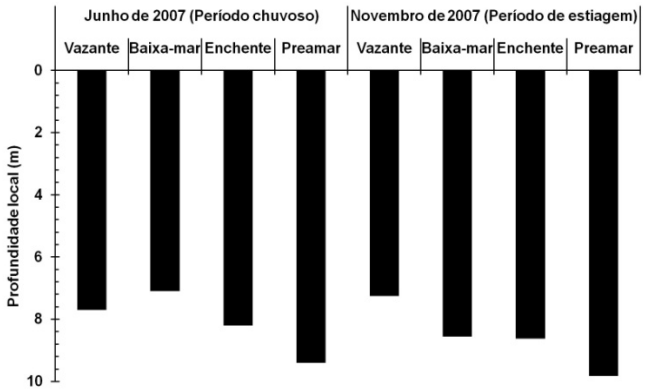

Figura 13 - Variação da profundidade local no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.2 **Transparência da água e coeficiente de extinção da luz**

Os valores de transparência da água e coeficiente de extinção de luz apresentaram uma sazonalidade significativa (p=0,0209), com uma média geral de transparência de 0,62 m e de coeficiente de 4,32. Os maiores valores de transparência ocorreram durante novembro de 2007 (período de estiagem) ao contrário dos valores do coeficiente de extinção que foram registrados junho de 2007 (período chuvoso) (Fig. 14).

Em junho de 2007 (período chuvoso), os valores de transparência variaram de 0,15 m, correspondendo a um coeficiente de extinção de luz de 11,33, durante a baixa-mar a 0,70 m, correspondendo a um coeficiente de extinção de luz de 2,43, na

enchente, com média de 0,36 m, correspondendo a um coeficiente de extinção de luz de 6,66 (Fig. 14).

Em novembro de 2007 (período de estiagem) os valores variaram de 0,75 m, correspondendo a um coeficiente de extinção de luz de 2,27, durante a vazante e baixa-mar a 1,00 m, correspondendo a um coeficiente de extinção de luz de 1,70, na enchente e preamar, com média de 0,88 m, correspondendo a um coeficiente de extinção de luz de 1,98 (Fig. 14).

Em relação aos regimes de marés não houve diferença significativa (p=0,8375) na transparência da água e coeficiente de extinção de luz.

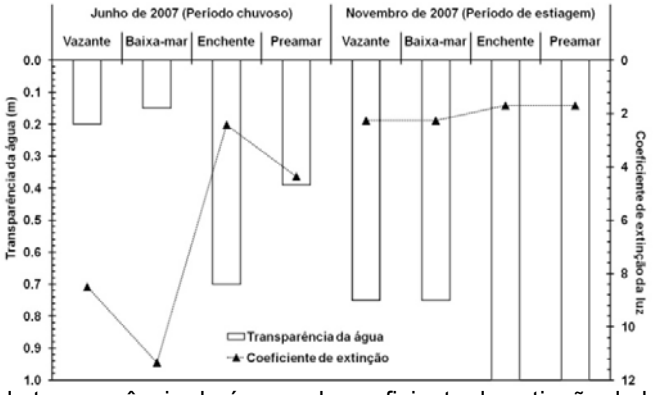

Figura 14 - Variação da transparência da água e do coeficiente de extinção de luz no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.3 **Potencial hidrogeniônico**

Foi observado uma variação sazonal significativa (p=0,0209) do potencial hidrogeniônico (pH), com os maiores valores em novembro de 2007 (período de estiagem) registrando-se pH mínimo de 8,45 na baixa-mar e máximo de 8,69 na preamar, com média de 8,58, e menores valores em junho de 2007 (período chuvoso) que variou de 8,02 na enchente a 8,17 na vazante, com média de 8,10 (Fig. 15).

Constatou-se que entre os regimes de marés não houve diferença significativa (p=0,8698).

5.2.4 **Temperatura da água**

Os valores de temperatura da água durante o período estudado apresentaram variação sazonal significativa (p=0,0209). Os valores registrados tiveram amplitude térmica de 2 ºC (Fig. 16).

Em junho de 2007 (período chuvoso) foram registrados os menores valores, variando de 26,6 °C durante a vazante a 28,1 °C na enchente com uma média de 27,2 ºC. Em novembro de 2007 (período de estiagem) foram registrados os maiores valores, variando de 28,2 °C na maré vazante a 28,6 °C na preamar com a média de 28,5 ºC (Fig. 16).

Não houve diferença significativa entre os regimes de marés (p=0,3417).

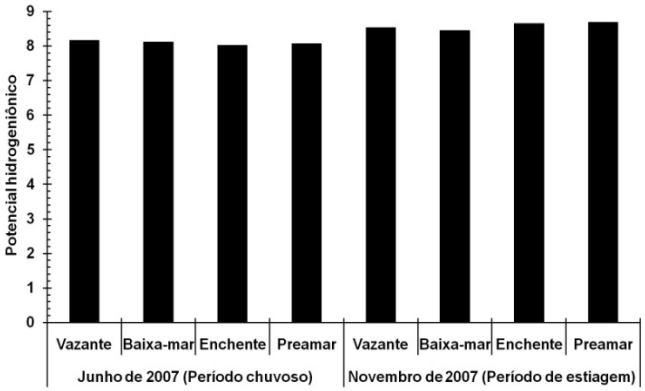

Figura 15 – Variação do potencial hidrogeniônico no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

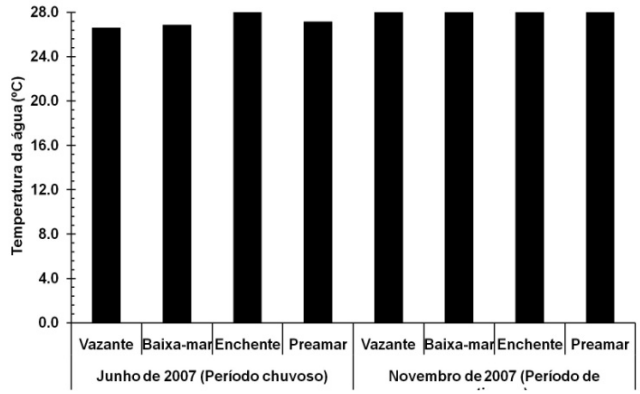

Figura 16– Variação da temperatura da água no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.5 **Salinidade da água**

Não foi registrada uma variação sazonal significativa (p=0,1489) na salinidade durante o período estudado. Os maiores valores foram registrados durante novembro de 2007 (período de estiagem) com média de 31,96 e os menores valores foram em junho de 2007 (período chuvoso) com média de 23,77 (Fig. 17).

Durante junho de 2007 (período chuvoso), os teores de salinidade variaram de 15,66 a 31,38 e novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 29,27 a 35,41 nas baixa-mares e preamares de cada período, respectivamente (Fig. 17).

Constatou-se que durante os regimes de marés houve diferença significativa (p=0,003) entre as baixa-mares e preamares.

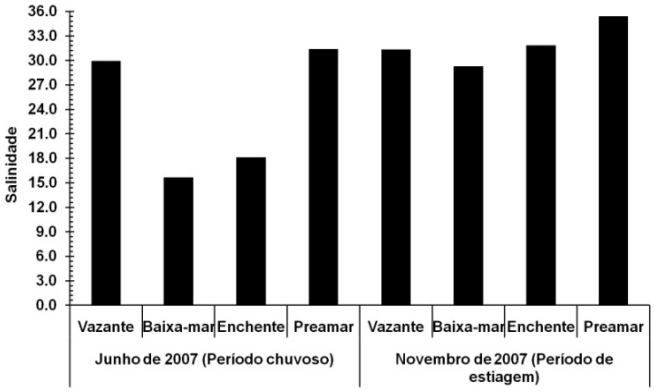

Figura 17 – Variação da salinidade da água no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.6 **Material particulado em suspensão**

Durante o período estudado a concentração de material particulado em suspensão não apresentou diferença sazonal significativa (p>0,05). Durante junho de 2007 (período chuvoso), o material particulado em suspensão variou de 31,00 $mg.L^{-1}$ na enchente a 65,91 $mg.L^{-1}$ na vazante, com uma média de 49,15 $mg.L^{-1}$. Em novembro de 2007 (período de estiagem), variou de 45,00 $mg.L^{-1}$ na baixa-mar a 68,00 $mg.L^{-1}$ na vazante, com uma média de 52,00 $mg.L^{-1}$ (Fig. 18).

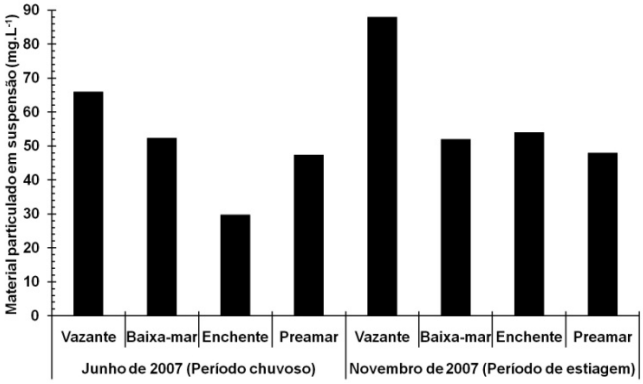

Figura 18 – Variação das concentrações de material particulado em suspensão no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Foram registrados os maiores valores nas marés vazantes, apresentando uma diferença significativa desse parâmetro entre as vazantes e baixa-mares (p=0,0376) e enchentes (p=0,0011).

5.2.7 **Oxigênio dissolvido na água**

Observou-se uma variação sazonal significativa (p=0,0209) na concentração de oxigênio dissolvido no período estudado, com os maiores valores registrados durante junho de 2007 (período de estiagem) (Fig. 19).

Em junho de 2007 (período chuvoso) o menor valor de oxigênio dissolvido foi registrado na baixa-mar com 0,48 $ml.L^{-1}$, enquanto que o maior valor foi registrado na preamar com 4,00 $ml.L^{-1}$, com uma média de 2,38 $ml.L^{-1}$. Em novembro de 2007 (período de estiagem) o menor valor foi registrado na enchente com 4,04 $ml.L^{-1}$ e o maior valor foi registrado na preamar com 7,89 $ml.L^{-1}$, com média de 5,46 $ml.L^{-1}$ (Fig. 19).

Com relação às marés não houve diferença significativa (p=0,4753), porém os menores valores foram registrados durante as baixa-mares e enchentes e que os maiores valores estiveram presentes nas preamares dos dois períodos estudados.

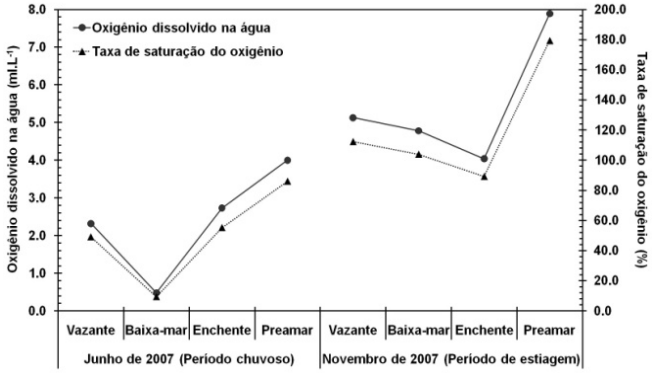

Figura 19 – Variação do oxigênio dissolvido na água e da taxa de saturação do oxigênio no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.8 **Taxa de saturação do oxigênio**

Observou-se uma variação sazonal significativa (p=0,0209) com os maiores valores de taxa de saturação do oxigênio no período de estiagem, com média de 121,17%, e menores no período chuvoso, com média de 49,93% (Fig. 19).

No período chuvoso, o percentual da taxa de saturação do oxigênio variou de 9,38% na baixa-mar a 86,02% na preamar e no período de estiagem variou de 89,18% na enchente a 179,32% na preamar (Fig. 19).

Os maiores valores estiveram presentes nas preamares dos dois períodos estudados, não apresentando diferença significativa entre as marés (p=0,4753).

5.2.9 **Demanda bioquímica do oxigênio**

Os valores da demanda bioquímica do oxigênio (DBO_5) não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os períodos estudados e entre os regimes de marés. Em junho de 2007 (período chuvoso) os valores da DBO_5 variaram de 1,65 $mg.L^{-1}$ na baixa-mar a 6,84 $mg.L^{-1}$ na maré vazante, com uma média de 3,26 $mg.L^{-1}$. Em novembro de 2007 (período de estiagem) o valor mínimo de DBO_5 registrado foi 1,18 $mg.L^{-1}$ na preamar e o valor máximo 2,65 $mg.L^{-1}$ na maré vazante, com uma média de 1,86 $mg.L^{-1}$ (Fig. 20). A média geral de todo período estudado foi 2,56 $mg.L^{-1}$.

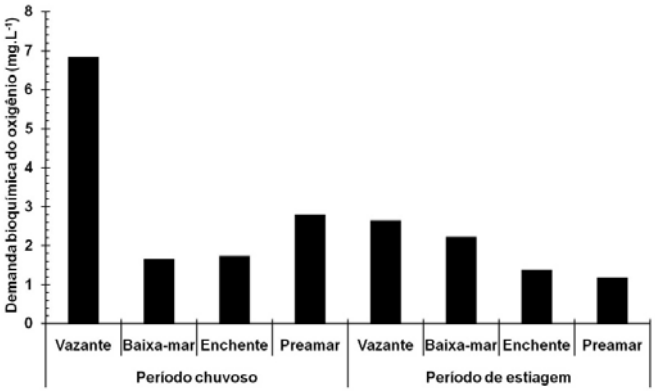

Figura 20 – Variação da demanda bioquímica do oxigênio no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.10 **Amônia**

Analisando os dois períodos estudados, observou-se uma variação sazonal significativa ($p=0,0209$) nos teores de amônia, com os maiores valores registrados em novembro de 2007 (período de estiagem).

Durante junho de 2007 (período chuvoso) os teores de amônia variaram de valores indetectáveis na maré vazante e preamar a 0,17 µM na enchente, com média de 5,39 µM e em novembro de 2007 (período de estiagem), variaram de 0,26 µM na preamar a 10,84 µM na vazante,, com média de 0,08 µM (Fig. 21).

Não houve diferença significativa ($p=0,7844$) entre os regimes de marés, porém, foi observado que os maiores valores foram registrados na baixa-mar e enchente em junho de 2007 (período chuvoso) e ocorreu em novembro (período de estiagem) uma diminuição acentuada dos teores nas marés vazante a preamar. Constatou-se que os menores valores deste parâmetro ocorreram durante as preamares dos dois períodos estudados (Fig. 21).

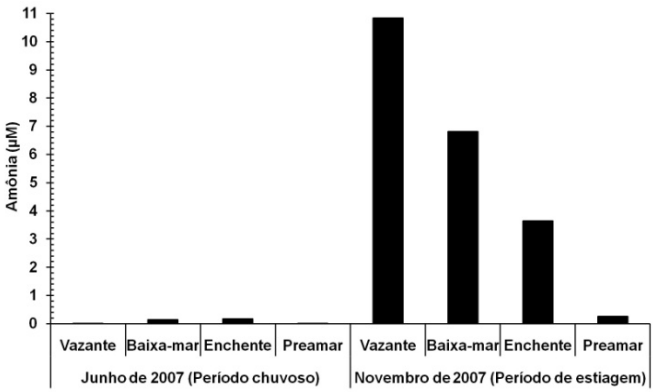

Figura 21 – Variação dos teores de amônia no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.11 **Nitrito**

Não foi registrada diferença significativa (p=0,5637) nos teores de nitrito durante os períodos estudados. Em junho de 2007 (período chuvoso) os teores de nitrito variaram de 0,75 µM na preamar a 1,17 µM na baixa-mar, com média de 0,96 µM, e em novembro de 2007 (período de estiagem), estes teores variaram de 0,50 na preamar a 1,60 µM na maré vazante, com média de 1,08 µM (Fig. 22).

Foi observada, uma variação significativa nos teores de nitrito entre a preamar e maré vazante (p=0,003) e a baixa-mar (p=0,003).

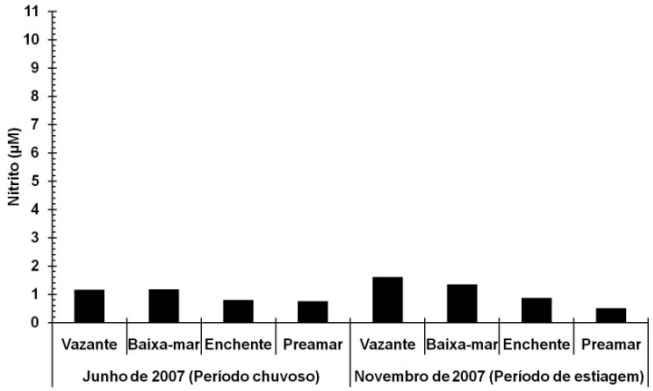

Figura 22 – Variação dos teores de nitrito no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.12 **Nitrato**

Não foi observada diferença significativa (p=0,5637) nos teores de nitrato nos períodos estudados, os maiores valores foram registrados no período chuvoso.

Os teores de nitrato, em junho de 2007 (período chuvoso) variaram de 0,88 µM na maré enchente a 5,38 µM na vazante, com média de 3,15 µM. Em novembro de

2007 (período de estiagem), variaram de 3,10 µM na preamar a 5,10 µM na baixa-mar, com média de 4,30 µM (Fig. 23).

Com relação aos regimes de marés, houve diferença significativa entre a vazante com a enchente e preamar (p=0,0075) e a baixa-mar com a enchente e preamar (p=0,0376).

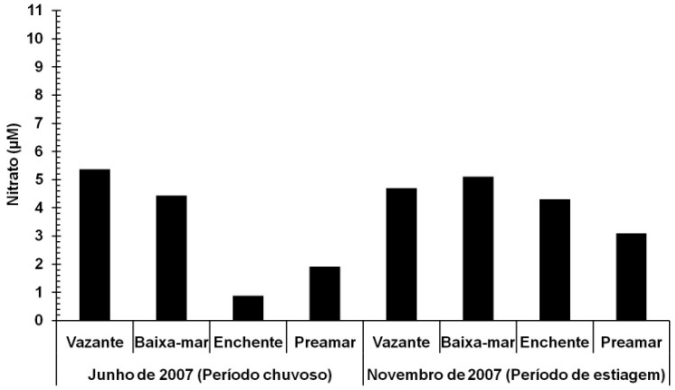

Figura 23 – Variação dos teores de nitrato no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.13 **Fosfato**

Não ocorreu diferença significativa durante os períodos estudados (p=0,9993) e entre os regimes de marés (p=0,3123).

Os teores de fosfato no período chuvoso variaram de 3,37 µM na baixa-mar a 5,09 µM na enchente, com média de 4,14 µM e no período de estiagem variaram de indetectável na preamar a 49,06 µM na vazante com média de 16,18 µM (Fig. 24).

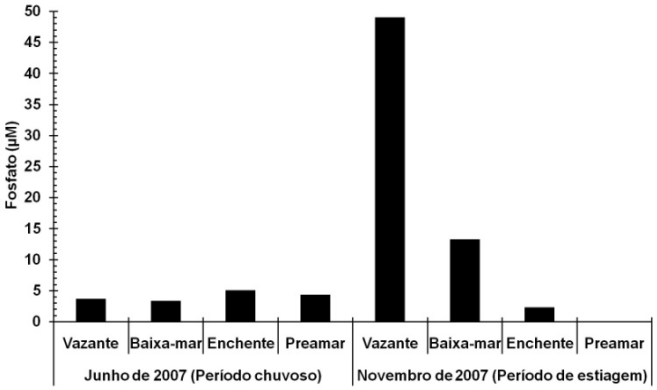

Figura 24 – Variação dos teores de fosfato no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.14 **Silicato**

Os teores de silicato, em junho de 2007 (período chuvoso) variaram de 40,78 µM na vazante a 50,21 µM durante a enchente, com uma média de 43,79 µM e, em

novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 2,83 µM na preamar a 8,30 µM na vazante, com média de 6,04 µM (Fig. 25).

Constatou-se que houve uma variação sazonal significativa (p=0,0209), com maiores valores no período chuvoso entretanto, não houve em relação aos regimes de marés (p=0,784).

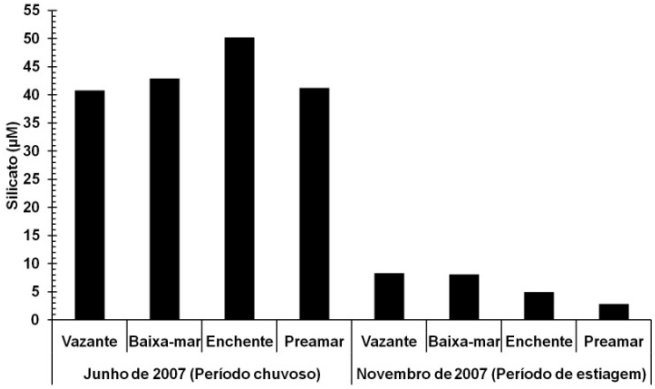

Figura 25 – Variação dos teores de silicato no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.15 **Biomassa fitoplanctônica (Clorofila *a*) - Fração pico-nanoplâncton (< 20 µm)**

Os teores de clorofila *a* da fração pico-nanoplâncton (< 20 µm) em junho de 2007 (período chuvoso) variaram de 3,08 $mg.m^{-3}$ na vazante a 6,70 $mg.m^{-3}$ na enchente, com média de 4,45 $mg.m^{-3}$. Em novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 5,41 $mg.m^{-3}$ na vazante a 37,01 $mg.m^{-3}$ na enchente, com média de 16,20 $mg.m^{-3}$ (Fig. 26).

Constatou-se variação significativa durante os períodos estudados (p=0,0433), e quanto aos regimes de marés não apresentou diferença significativa (p=0,1082).

5.2.16 **Biomassa fitoplanctônica (Clorofila *a*) - Fração microplâncton (> 20 µm)**

Não ocorreu diferença significativa na clorofila *a* da fração microplâncton (> 20 µm) durante os períodos estudados (p=0,5637) e entre os regimes de marés (p=0,5433). Em junho de 2007 (período chuvoso) os valores variaram de 0,42 $mg.m^{-3}$ na maré vazante a 23,77 $mg.m^{-3}$ na preamar, com média 7,26 $mg.m^{-3}$, e em novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 0,67 $mg.m^{-3}$ na preamar a 7,72 $mg.m^{-3}$ na enchente, com média 4,65 $mg.m^{-3}$ (Fig. 26).

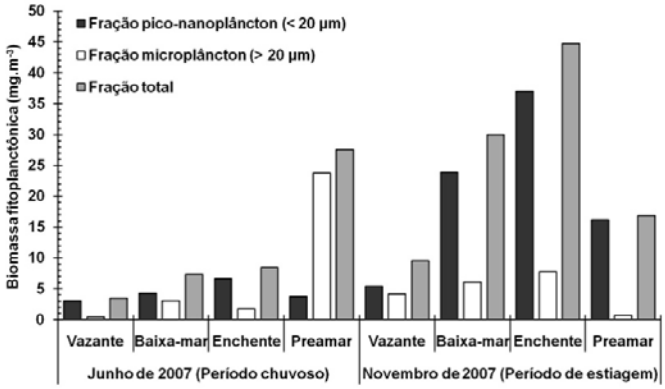

Figura 26 – Variação da biomassa fitoplanctônica - fração pico-nanoplâncton (< 20 µm), fração microplâncton (> 20 µm) e total - no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.2.17 **Biomassa fitoplanctônica (Clorofila *a*) - Total**

Não ocorreu diferença significativa da clorofila *a* total durante os períodos estudados (p=0,0833) e entre os regimes de marés (p=0,2322). Em junho de 2007 (período chuvoso) variaram de 3,50 mg.m^{-3} na maré vazante a 27,54 mg.m^{-3} na preamar, com média 11,71 mg.m^{-3}, e em novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 9,57 mg.m^{-3} na vazante a 44,73 mg.m^{-3} na enchente, com média 25,28 mg.m^{-3} (Fig. 26).

5.2.18 **Biomassa sestônica**

De modo geral, a biomassa sestônica apresentou valores elevados durante novembro de 2007 (período de estiagem) e em relação às marés foi na vazante e na baixa-mar (Fig. 27). Entretanto não foram observadas diferenças significativas entre as marés (p=0,1004), as redes (p=0,3446), e os períodos estudados (p=0,1415).

Os resultados da biomassa sestônica da rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha, não apresentaram variação sazonal (p=0,2482), apresentando diferença significativa entre os ciclos de marés baixa-mar com enchente (p=0,0175) e entre baixa-mar e preamar (p=0,0075). Em junho de 2007 (período chuvoso) variaram de 14,06 mg.m^{-3} na maré enchente a 248,72 mg.m^{-3} na baixa-mar, com média 138,65 mg.m^{-3}, e em novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 93,50 mg.m^{-3} na preamar a 281,78 mg.m^{-3} na baixa-mar, com média 214,95 mg.m^{-3} (Fig. 27).

Os resultados da biomassa das amostras coletadas com rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, não apresentaram uma variação sazonal (p=0,3865) e houve diferença significativa entre os ciclos de marés vazante com baixa-mar

(p=0,0376), com enchente (p=0,003) e com preamar (p=0,0376). Em junho de 2007 (período chuvoso) variaram de 55,15 mg.m^{-3} na maré enchente a 441,99 mg.m^{-3} na vazante, com média 224,20 mg.m^{-3}, e em novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 183,33 mg.m^{-3} na baixa-mar a 607,66 mg.m^{-3} na vazante (Fig. 27), com média 316,27 mg.m^{-3}.

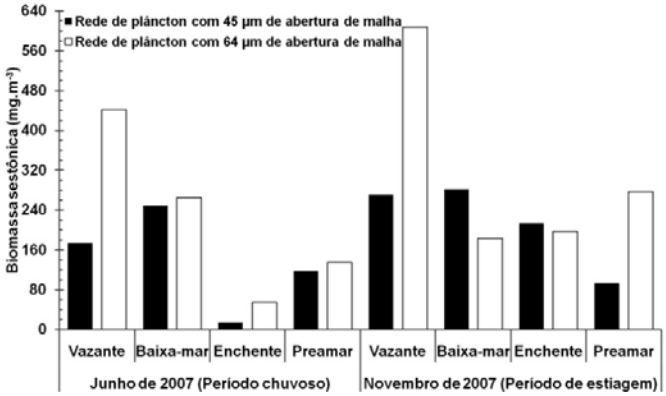

Figura 27 – Variação da biomassa sestônica coletada com rede de plâncton (45 µm e 64 µm de abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.3 SÉRIES TEMPORAIS

As séries temporais para cada variável obtida da série de dados dos pontos de coletas em junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) indicaram que todos os nutrientes nitrogenados dissolvidos, o silicato e o material em suspensão foram maiores em junho de 2007 (período chuvoso), enquanto o fosfato, clorofila *a* (total e as frações pico-nanoplâncton e microplâncton) foram maiores em novembro de 2007 (período de estiagem) (Tab. 1).

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis físicas, químicas e biológicas monitoradas através de 2 ciclos de marés semidiurnos (sizígia) na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

PERÍODO / ESTATÍSTICA DESCRITIVA	Temperatura da água (˚C)	Salinidade	Velocidade da corrente (m s^{-1})	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	Amônia (µM)	Nitrogênio inorgânico dissolvido (µM)
Junho de 2007							
Média	26,84	29,34	0,23	3,37	0,69	0,15	4,23
Desvio Padrão	0,35	5,43	0,15	1,21	0,39	0,26	1,53
Máximo	28,30	34,86	0,47	5,37	2,33	0,85	6,5
Mínimo	26,53	15,48	0,01	0,83	0,00	0,00	1,53
Novembro de 2007							
Média	28,29	33,01	0,19	4,12	1,27	12,5	17,96
Desvio Padrão	0,25	2,00	0,14	1,21	0,45	13,6	14,20
Máximo	29,20	36,3	0,65	6,6	2,54	53,53	62,64
Mínimo	28,10	27,5	0,03	0,21	0,43	0,26	3,50

PERÍODO / ESTATÍSTICA DESCRITIVA	Relação de Redfield (N:P)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Clorofila *a* total (mg.m^{-3})	Clorofila *a* fração < 20 µm (mg.m^{-3})	Clorofila *a* fração > 20 µm (mg.m^{-3})	Material particulado em suspensão (mg L^{-1})
Junho de 2007							
Média	2:1	2,4	26,17	8,93	2,32	6,64	71,24
Desvio Padrão	0,32	1,12	9,80	8,10	1,85	8,00	33
Máximo	4,00	5,1	50	41,83	9,8	40,62	158
Mínimo	0,32	0,73	9,98	0,00	0,00	0,00	20
Novembro de 2007							
Média	54:1	14,95	6,41	21,63	11,23	11,75	61,90
Desvio Padrão	154	13,6	2,67	15,00	10,65	11,66	29
Máximo	640	49,41	10,05	61,8	50,53	41,30	158
Mínimo	0,30	0,01	1,09	5,40	0,00	0,05	22

A salinidade acompanhou o ciclo da maré na série temporal, com valores médios maiores durante novembro de 2007 (período de estiagem), também o máximo e o mínimo foram maiores neste período (Fig. 28A; 29A). De acordo com Prandle (2009), junho de 2007 (período chuvoso) foi caracterizado com uma coluna parcialmente estratificada e no período de estiagem foi bem misturada.

A temperatura acompanhou o período sazonal da região, com temperaturas maiores em novembro de 2007 (período de estiagem), variando em mais de 1 grau entre os períodos observados. A distribuição vertical foi homogênea, sem diferenças significativas entre superfície e fundo (Fig. 28B; 29B).

A intensidade da corrente foi maior em junho de 2007 (período chuvoso), porém o valor máximo foi registrado em novembro de 2007 (período de estiagem). As intensidades acompanharam o ciclo da maré, e sua distribuição vertical foi levemente superior perto da superfície (Fig. 28C; 29C).

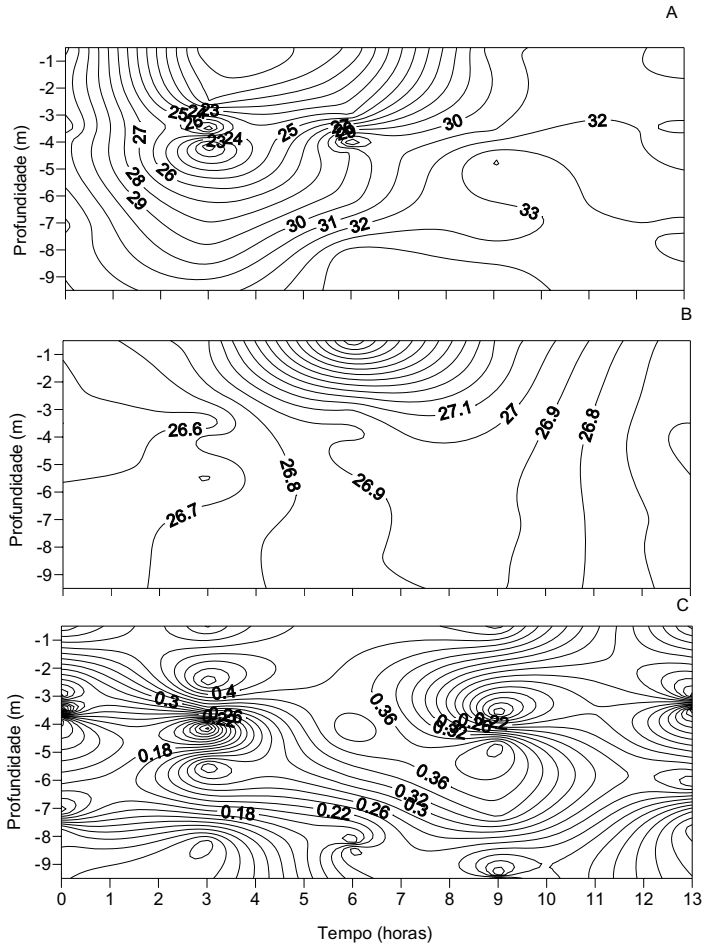

Figura 28 - Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, em junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Salinidade da água; B - Temperatura da água (°C) e; C - Intensidade da corrente (m s^{-1}).

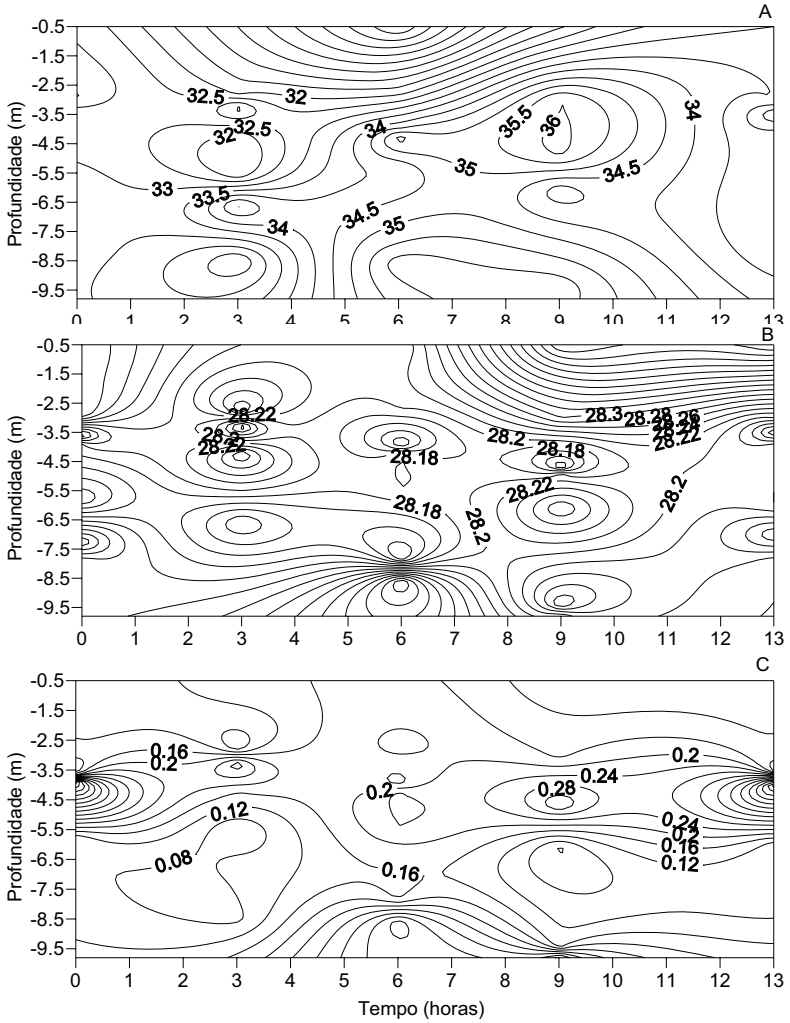

Figura 29 - Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, em novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Salinidade da água; B - Temperatura da água (°C) e; C - Intensidade da corrente ($m.s^{-1}$).

Nos compostos nitrogenados, os maiores valores foram mostrados pelo nitrato em junho de 2007 (período chuvoso), e a amônia em novembro de 2007 (período de estiagem). Valores baixos durante junho de 2007 (período chuvoso) acompanharam o ciclo da maré e distribuição vertical no canal estuarino. Durante novembro de 2007 (período de estiagem) os maiores valores foram observados nas marés vazante e baixa-mar, chegando a um valor máximo de 53,53 µM (Tab. 1).

O nitrato mostrou valores similares entre os dois períodos observados, sendo que em junho de 2007 (período chuvoso) ele representou o parâmetro com teores elevados entre os componentes nitrogenados. As variações entre junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem) não atingiram 1 µM, e a distribuição vertical foi homogênea na coluna de água (Fig. 30A; 31A).

O nitrito mostrou teores similares entre os dois períodos (diferença entre as médias: 0,58 µM), porém a participação em relação aos outros compostos nitrogenados variou consideravelmente entre os dois períodos. Durante em junho de 2007 (período chuvoso), o nitrito representou 16% do total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos e, em novembro de 2007 (período de estiagem) foi de 7%. Na distribuição vertical os maiores valores foram encontrados no fundo da coluna da água durante o período de estiagem (Tab. 1; Fig. 30B; 31B).

A amônia foi o composto com os maiores teores no período de estiagem, representando 70% do total dos compostos inorgânicos dissolvidos, quando comparado a junho de 2007 (período chuvoso), onde a amônia só representou 4%. Sua distribuição vertical em novembro de 2007 (período de estiagem) demonstrou maiores teores no fundo da coluna da água (Tab. 1; Fig. 30C; 31C).

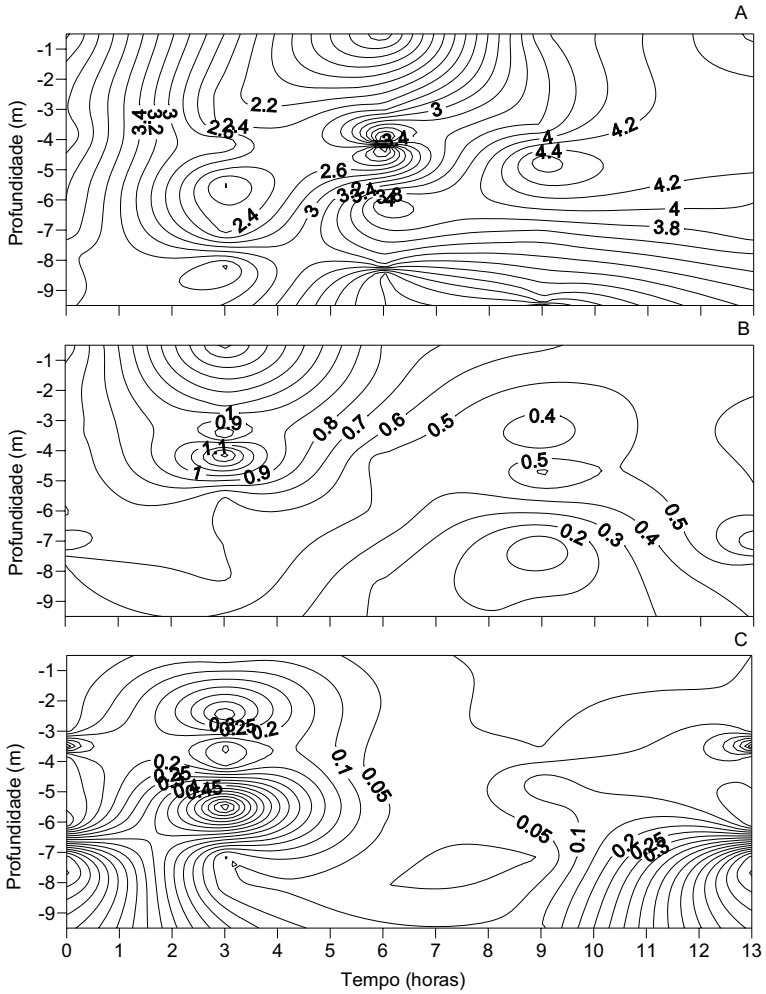

Figura 34 - Distribuição espaço-temporal do nitrogênio inorgânico dissolvido na bacia portuária do Recife, em junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Nitrato-N (µM); B - Nitrito-N (µM) e; C - Amônia-N (µM).

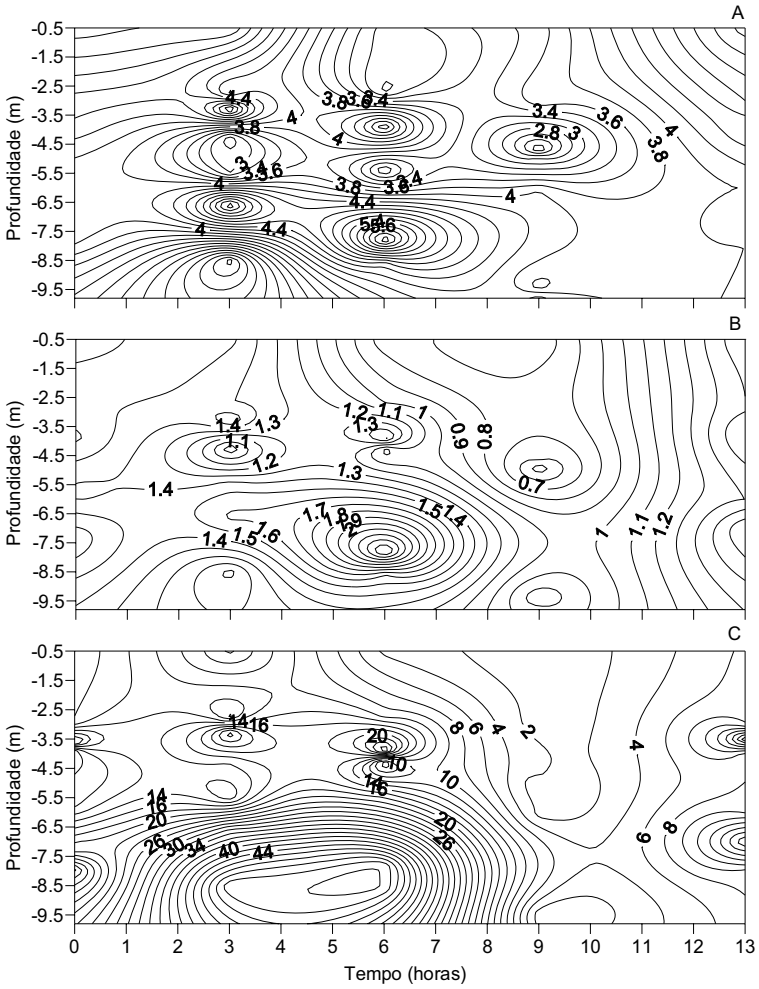

Figura 31 - Distribuição espaço-temporal do nitrogênio inorgânico dissolvido na bacia portuária do Recife, em novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Nitrato (µM); B - Nitrito (µM) e; C - Amônia (µM).

O fosfato também mostrou uma variação evidente entre os dois períodos. Em novembro de 2007 (período de estiagem) o fosfato com um valor máximo de 49,41 µM representando mais de seis vezes dos teores médios em junho de 2007 (período chuvoso), similar aos maiores teores de amônia do mesmo período. Durante ambos os períodos o fosfato se distribuiu com maiores teores perto da superfície (Tab. 1; Fig. 32A; 33A).

A relação de Redfield demonstrou as variações assinaladas anteriormente entre os compostos nitrogenados e fosfatados. As baixas taxas entre os dois compostos evidenciaram uma limitação do composto nitrogenado. O fosfato mostrou altos teores nos dois períodos, principalmente em novembro de 2007 (período de estiagem) em que manteve a taxa de Redfield baixa, apesar do aumento dos teores dos nitrogenados (Tab. 1).

O silicato também mostrou uma variação entre períodos com maiores teores observados em junho de 2007 (período chuvoso), representando aproximadamente quatro vezes os teores observados em novembro de 2007 (período de estiagem). Enquanto a distribuição vertical na coluna de água foi homogênea para ambos os períodos (Tab. 1; Fig. 32B; 33B).

O material particulado em suspensão (MPS), não mostrou grande variação entre os dois períodos, apesar da existência de 10 $mg.L^{-1}$ de diferença entre junho de 2007 (período chuvoso) e em novembro de 2007 (período de estiagem), não existindo diferença significativa deste elemento entre esses períodos. Os valores médios em junho de 2007 (período chuvoso) representaram 1,1 dos valores observados em novembro de 2007 (período de estiagem). A distribuição na coluna de água entre os dois períodos também foi homogênea, sem grandes variações entre a superfície e o fundo (Tab. 1; Fig. 32C; 33C).

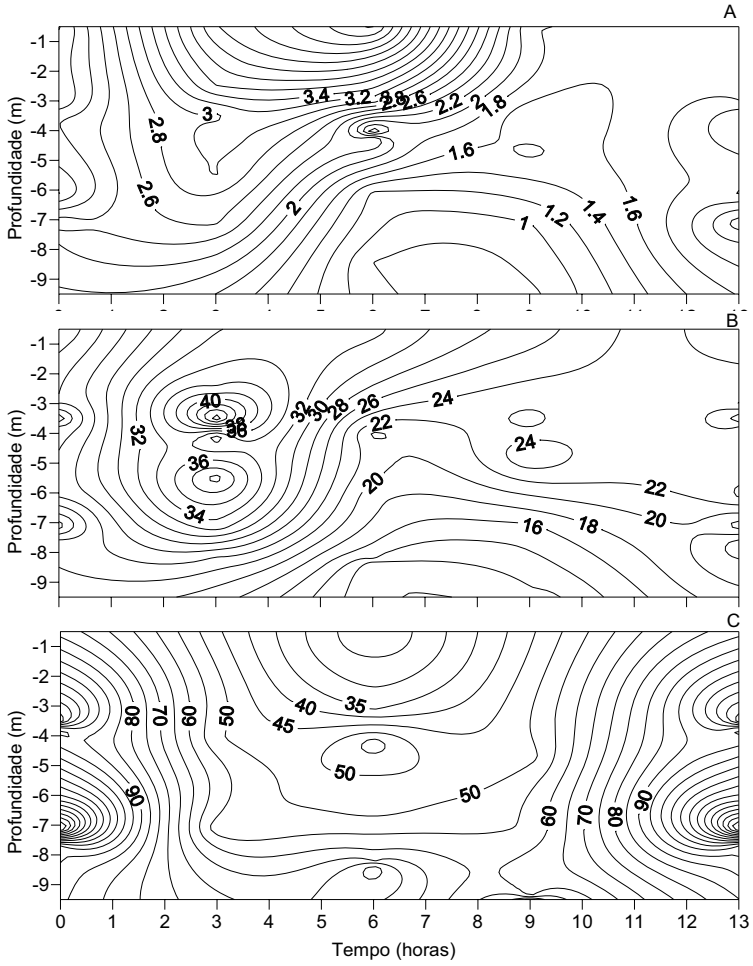

Figura 32 - Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, em junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Fosfato inorgânico dissolvido (µM); B - Silicato (µM) e; C - Material particulado em suspensão ($mg.L^{-1}$).

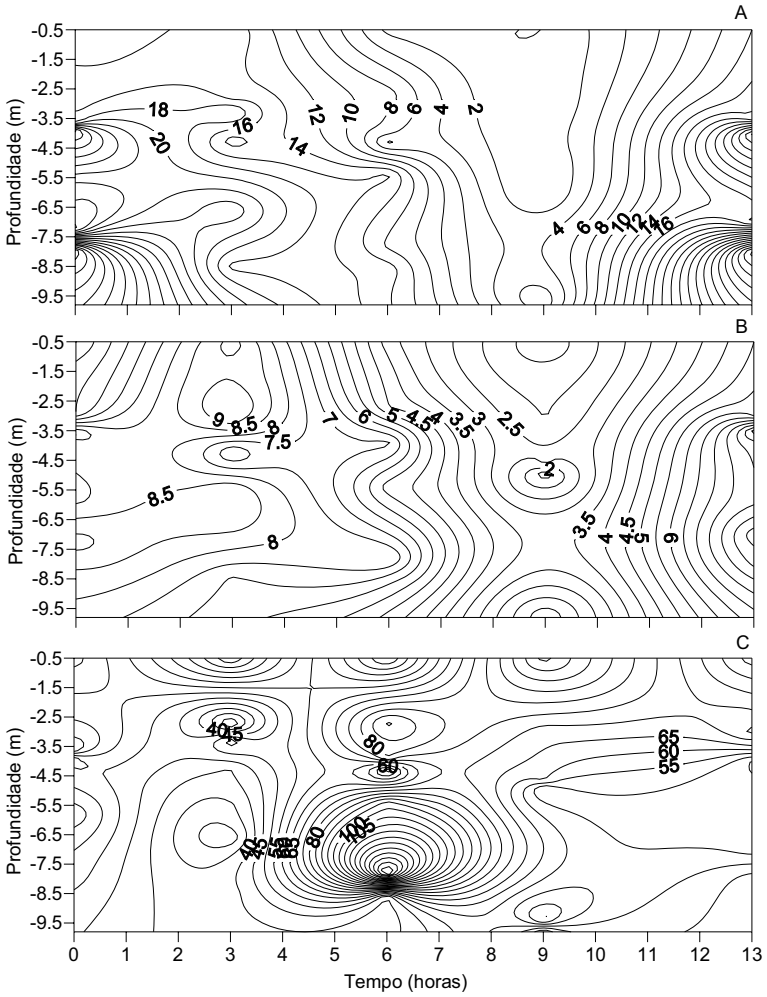

Figura 33 - Distribuição espaço-temporal das variáveis hidrográficas na bacia portuária do Recife, em novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A - Fosfato inorgânico dissolvido (µM); B - Silicato (µM) e; C - Material particulado em suspensão (mg L^{-1}).

A clorofila *a* total mostrou uma variação entre os dois períodos, com os teores novembro de 2007 (período de estiagem) 12,7 vezes maiores que os valores médios observados em junho de 2007 (período chuvoso). A distribuição vertical na coluna da água foi homogênea, porém a distribuição temporal mostrou maiores teores no período da tarde (aproximadamente as 15:00 horas) com relação a série temporal deste período de tempo (Tab. 1; Fig. 34A; 35A).

A fração da clorofila *a* do pico-nanoplâncton mostrou variações temporais entre os dois períodos observados. Os dados observados em novembro de 2007 (período de estiagem) representaram aproximadamente cinco vezes mais que os teores em junho de 2007 (período chuvoso) (Tab. 1). A distribuição vertical foi homogênea para ambos os períodos, porém a distribuição temporal teve um pico no período das

15:00 horas, representando o horário entre a maré enchente e preamar (Fig. 38B; 39B).

A fração da clorofila *a* do microplâncton não mostrou uma variação significativa entre os dois períodos observados. Os valores médios em novembro de 2007 (período de estiagem) foram 1,7 vezes maiores do que em junho de 2007 (período chuvoso) (Tab. 1). A distribuição vertical na coluna da água, também, não mostrou diferenças significativas entre superfície e fundo. A distribuição temporal diferente do picoplâncton não mostrou variações significativas (Fig. 34C; 35C).

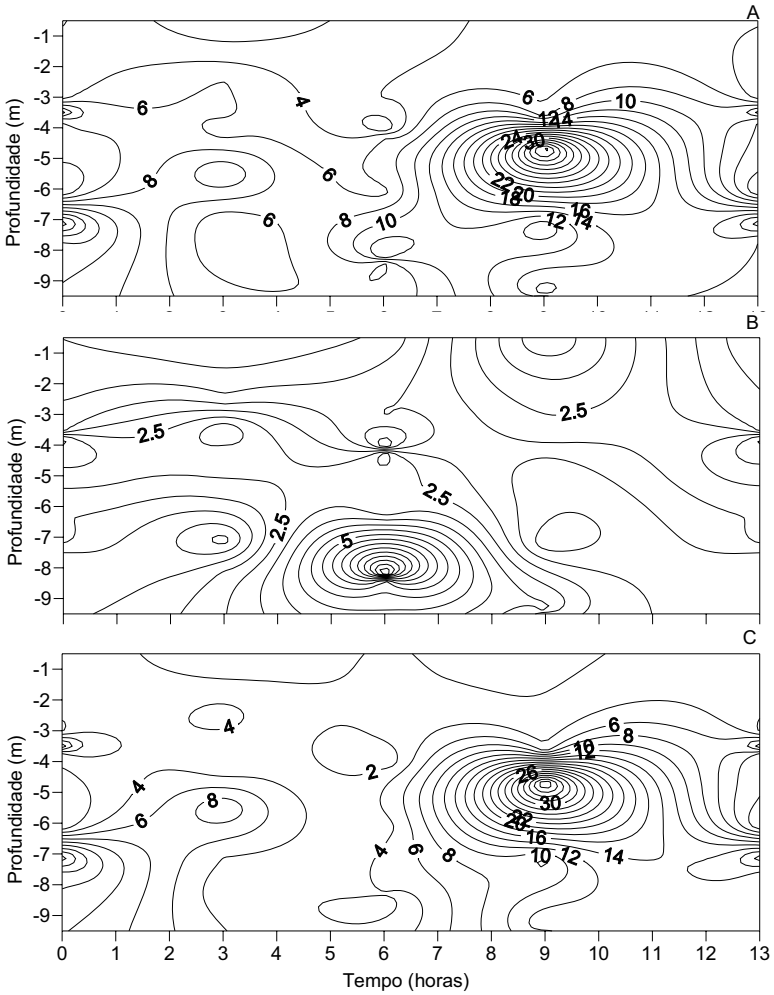

Figura 34 - Distribuição espaço-temporal das variáveis biológicas na bacia portuária do Recife, em junho de 2007 (período chuvoso). Nota: A - Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) total (mg.m^{-3}); B - Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) fração Pico-nanoplâncton (mg.m^{-3}) e; C - Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) fração Microplâncton (mg.m^{-3}).

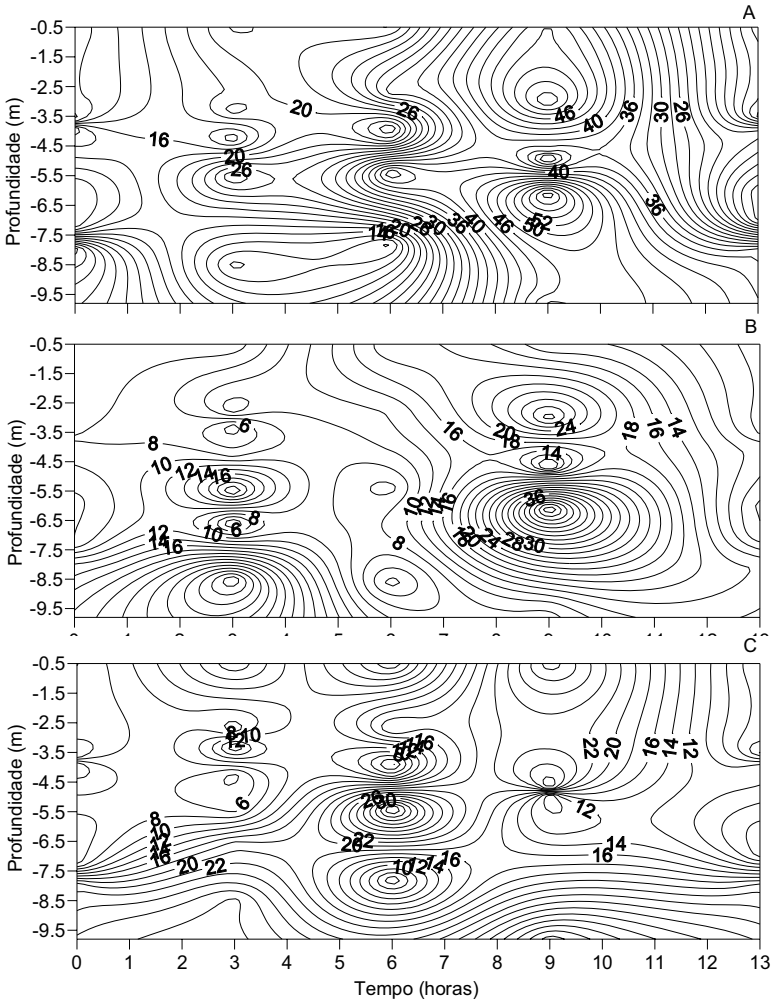

Figura 35 - Distribuição espaço-temporal das variáveis biológicas na bacia portuária do Recife, em novembro de 2007 (período de estiagem). Nota: A – Biomassa fitoplanctônica total (mg.m^{-3}); B - Biomassa fitoplanctônica fração Pico-nanoplâncton (mg.m^{-3}) e; C - Biomassa fitoplanctônica fração Microplâncton (mg.m^{-3}).

5.4 FLUXO DE MATERIAIS

Estes resultados foram focalizados na contribuição dos sete componentes do transporte total computado para cada ponto de coleta. O erro percentual entre os resultados obtidos pelas equações 2 e 7 oscilou entre 2,907 e 14,230%, indicando que o transporte considerado explicou a maior parte da variação (Tab. 2).

Os nutrientes (nitrato-N, nitrito-N, amônia-N, fosfato-P e silicato-S) e material particulado em suspensão foram exportadas para o mar, exceto a clorofila *a* (total e as frações nano-picoplâncton e microplâncton) em novembro de 2007 (período de estiagem) que foram importadas.

Tabela 2 - Resultados do transporte líquido computados para nutrientes, biomassa fitoplanctônica total e fracionada em dois ciclos de marés (sizígia) na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). (valor negativo, importação e positivo, exportação), através das equações 2 e 7 e o erro percentual.

PERÍODO / PARÂMETRO	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Transporte liquido - média (eq. 7)	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Transporte - média (eq. 2)	Erro	Erro (%)
Junho de 2007										
NO_3^-	0.024	0.046	0.032	**0.034**	0.020	0.035	0.033	**0.029**	0.005	**13.917**
NO_2^-	0.006	0.009	0.005	**0.007**	0.010	0.007	0.007	**0.008**	0.001	**7.535**
NH_4^+	0.003	0.006	0.001	**0.003**	0.004	0.005	0.000	**0.003**	0.000	**10.478**
NID	0.038	0.059	0.034	**0.044**	0.033	0.046	0.041	**0.040**	0.004	**8.910**
PO_4^-	0.060	0.048	0.008	**0.039**	0.046	0.050	0.006	**0.034**	0.005	**12.135**
$SiOH_4$	1.600	1.500	0.500	**1.200**	1.300	1.400	0.500	**1.067**	0.133	**11.111**
Chl-a	0.001	0.010	0.001	**0.004**	0.001	0.010	0.000	**0.004**	0.000	**2.907**
Nano	0.002	0.001	0.001	**0.001**	0.001	0.001	0.001	**0.001**	0.000	**8.571**
Micro	0.000	0.009	0.001	**0.003**	0.000	0.007	0.002	**0.003**	0.000	**13.725**
MPS	0.030	0.088	0.058	**0.059**	0.030	0.070	0.060	**0.053**	0.005	**9.333**
Novembro de 2007										
NO_3^-	0.001	0.036	0.040	**0.026**	0.001	0.030	0.040	**0.024**	0.002	**7.820**
NO_2^-	0.000	0.000	0.006	**0.002**	0.000	0.000	0.005	**0.002**	0.000	**12.903**
NH_4^+	0.023	-0.010	0.120	**0.044**	0.021	-0.010	0.110	**0.040**	0.004	**9.023**
NID	0.020	-0.100	0.160	**0.027**	0.020	-0.100	0.150	**0.023**	0.003	**12.500**
PO_4^-	0.004	0.030	0.500	**0.178**	0.015	0.030	0.420	**0.155**	0.023	**12.921**
$SiOH_4$	0.003	0.010	0.500	**0.171**	0.015	0.015	0.410	**0.147**	0.024	**14.230**
Chl-a	-0.010	-0.010	0.004	**-0.005**	-0.010	-0.010	0.003	**-0.006**	0.000	**6.250**
Nano	-0.004	-0.008	0.004	**-0.003**	-0.004	-0.008	0.003	**-0.003**	0.000	**12.500**
Micro	-0.007	-0.008	-0.001	**-0.005**	-0.007	-0.008	0.000	**-0.005**	0.000	**4.487**
MPS	0.003	0.030	0.060	**0.031**	0.003	0.030	0.050	**0.028**	0.003	**10.753**

Nota: Sinais convencionais utilizados:
NO_3^-: Nitrato (µM); **NO_2^-**: Nitrito (µM); **NH_4^+**: Amônia (µM); **NID**: Nitrogênio inorgânico dissolvido (µM); **PO_4^-**: Fosfato (µM); **$SiOH_4$**: Silicato (µM); **Chl-a**: Clorofila a total ($mg.m^{-3}$); **Nano**: Clorofila a fração < 20 µm ($mg.m^{-3}$); **Micro**: Clorofila a fração > 20 µm ($mg.m^{-3}$); **MPS**: Material particulado em suspensão ($mg\ L^{-1}$).

Estes valores representam valores médios através das equações do transporte líquido dos três pontos de coleta na bacia portuária do Recife. O termo advectivo da equação 7 representou, na maior parte dos casos, a maior parcela deste transporte total. Os transportes líquidos totais para cada ponto de coleta mostraram que na maior parte dos casos, o Ponto 2 (localizado no meio da bacia portuária) teve os maiores fluxos, principalmente em junho de 2007 (período chuvoso). Enquanto que em novembro de 2007 (período de estiagem), os maiores transportes foram observados no ponto 3 (Tab. 2).

O silicato foi o elemento mais exportado durante junho de 2007 (período chuvoso), enquanto que em novembro de 2007 (período de estiagem) o fosfato se uniu ao silicato representando os maiores elementos transportados no período estudado (Tab. 2).

Os componentes nitrogenados exportados em direção ao mar foram o dobro em junho de 2007 (período chuvoso), quando comparados a novembro de 2007 (período de estiagem), sendo o nitrato o elemento em maior proporção no período chuvoso, e a amônia no período de estiagem (Tab. 2).

O fosfato apresentou altos teores quando comparados aos compostos nitrogenados (Relação de Redfield) no período de estiagem. Durante novembro de 2007 (período de estiagem) os teores de fosfato exportados foram os mais altos dentro dos elementos computados no transporte total (Tab. 2).

O transporte do material em suspensão durante os períodos estudados mostrou uma maior exportação em junho de 2007 (período chuvoso) com 0,059 $mg.L^{-1}$, sendo próximo do dobro quando comparado com novembro de 2007 (período de estiagem) com 0,031 $mg.L^{-1}$ (Tab. 2).

As variações nos transportes da clorofila *a* total indicaram maiores transportes em novembro de 2007 (período de estiagem) (-0,003 $mg.m^{-3}$), representando uma importação deste pigmento associado à biomassa fitoplanctônica. Em junho de 2007 (período chuvoso), os transportes foram levemente menores quando comparados a novembro de 2007 (período de estiagem), porém, com sentido positivo (Tab. 2).

Situação similar com respeito aos sinais foi verificada com a clorofila *a* da fração do pico-nano e do microplâncton. Estas frações foram transportados em menores quantidades em junho de 2007 (período chuvoso) (0,004 g m^{-1} s^{-1}) quando comparado a novembro de 2007 (período de estiagem) (-0,008 g m^{-1} s^{-1}). A fração do microplâncton representou uma maior parcela no transporte total calculado quando comparado a fração do pico-nanoplâncton, representando 75% quando somados os dois grupos no período chuvoso. Em novembro de 2007 (período de estiagem), o microplâncton representou 65% do total das frações fitoplanctônicas (Tab. 2).

Os transportes líquidos totais mostraram que as coletas em junho de 2007 (período chuvoso) registraram transportes três vezes maiores que os observados em novembro de 2007 (período de estiagem) (1,39 g m^{-1} s^{-1} e, 0,46 g m^{-1} s^{-1}, respectivamente). O silicato em junho de 2007 (período chuvoso) representou aproximadamente 85% do total transportado, enquanto que em novembro de 2007 (período de estiagem) o fosfato e o silicato representaram aproximadamente 79% do total líquido (Tab. 2).

5.5 ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A seguir serão apresentados dados sobre a comunidade fitoplanctônica na bacia portuária do Recife, com base nas análises realizadas com as amostras

coletadas com as redes de plâncton com abertura de malha de 45 e 64 µm e com garrafa.

5.4.1 **Composição florística**

A análise da flora planctônica coletada na bacia portuária do Recife permitiu inventariar 127 táxons infragenéricos (125 espécies e duas variedades), durante o período amostrado. Os táxons identificados foram distribuídos em 61 gêneros, enquadrados em oito classes táxonômicas (Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Mediophyceae, Coscinodiscophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae e Dinophyceae). Deste total, 75 pertencem ao filo Bacillariophycophyta (59,06%), 19 Myzozoa (14,96%), 14 Cyanobacteria (11,02%), dez Chlorophyta (7,87%), oito Streptophycophyta (6,30%) e, em menor quantidade de táxons, Heterokontophycophyta com 0,79% (Tab. 3; Fig. 36).

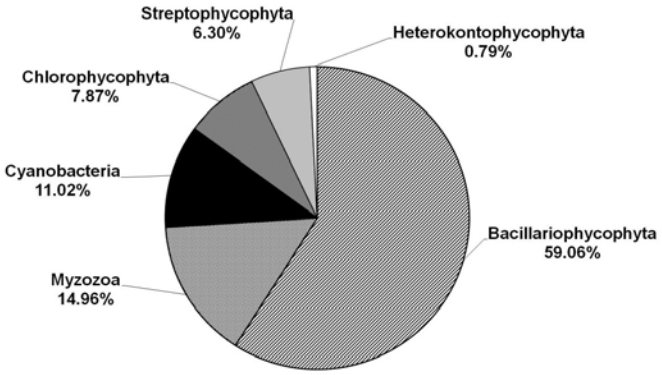

Figura 36 – Distribuição percentual da composição táxonômica do fitoplâncton identificada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Tabela 3 – Sinopse dos táxons fitoplanctônicos identificados do ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Filo CYANOBACTERIA Stanier ex. Cavalier-Smith	*Aphanocapsa* sp.
CYANOPHYCEAE Schaffner	*Merismopedia* sp.
CHROOCOCCALES R. Von Wettstein Von Westerheim	SYNECHOCOCCACEAE J. Komárek & K. T. Anagnostidis
CHROOCOCCACEAE Rabenhorst	*Synechococcus* sp.
Chroococcus sp.	Filo BACILLARIOPHYCOPHYTA Engler & Gilg
NOSTOCALES Cavalier-Smith	BACILLARIOPHYCEAE Haeckel
HAPALOSIPHONACEAE A. A. Elenkin	ACHNANTHALES P. C. Silva
Nostochopsis sp.	COCCONEIDACEAE Kutzing
NOSTOCACEAE Eichler	*Cocconeis* sp.
Cylindrospermun sp.	BACILLARIALES Hendey
Raphidiopsis curvata Fritsch & Rich	BACILLARIACEAE Ehrenberg
OSCILLATORIALES Cavalier-Smith	*Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman & J. C. Lewis
OSCILLATORIACEAE Engler	*Nitzschia amphibia* Grunow
Lyngbya sp.	*Nitzschia angularis* W. Smith
Oscillatoria agardhii Gomont	*Nitzschia bilobata* W. Smith
Oscillatoria limosa (Dillwyn) C. Agardh	*Nitzschia hybrida* Grunow
Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont	*Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith
Oscillatoria sp.	*Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs in Pritchard
PHORMIDIACEAE K. Anagnostides & J. Komárek	*Nitzschia lorenziana* var. *subtilis* Grunow
Trichodesmium erythraeum Ehrenberg ex Gomont	*Nitzschia sigma* (Kutzing) W. Smith
PSEUDANABAENALES	*Nitzschia* sp.
PSEUDANABAENACEAE K. Anagnostides & J. Komárek	CLIMACOSPHENIALES Round
Spirulina sp.	CLIMACOSPHENIACEAE Round
SYNECHOCOCCALES	*Climacosphenia elongata* Mereschkowsky
MERISMOPEDIACEAE Elenkin	*Climacosphenia* sp.

Continua...

Tabela 3 – Sinopse dos táxons fitoplanctônicos identificados do ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Continuação.

FRAGILARIALES P. C. Silva	*Coscinodiscus kutzingii* Schmidt
FRAGILARIACEAE Greville	HELIOPELTACEAE H. L. Smith
Fragilaria capucina Desmazières	*Actinoptychus splendens* Shaldbolt
Synedra sp.	MELOSIRALES R. M. Crawford
Asterionellopsis glacialis (F. Castracane) Round	HYALODISCACEAE R. M. Crawford, R. M. Crawford
LICMOPHORALES Round	*Hyalodiscus laevis* Ehrenberg
LICMOPHORACEAE	*Hyalodiscus subtilis* J. W. Greville
Licmophora flabellata C. Agardh	MELOSIRACEAE Kutzing, Kutzing
Licmophora sp.	*Melosira italica* (Ehrenberg) Kutzing
LYRELLALES D. G. Mann	PARALIALES R. M. Crawford
LYRELLACEAE D. G. Mann	PARALIACEAE R. M. Crawford
Lyrella lyra (Ehrenberg) Karayeva	*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve
NAVICULALES Bessey	*Paralia* sp.
NAVICULACEAE Kutzing	RHIZOSOLENIALES
Navicula spp	RHIZOSOLENIACEAE De Toni
PLEUROSIGMATACEAE Mereschowsky	*Rhizosolenia delicatula* Cleve
Pleurosigma elongatum W. Smith	*Rhizosolenia setigera* Brightwell
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst	*Rhizosolenia* sp.
Gyrosigma sp.	Filo HETEROKONTOPHYCOPHYTA Moestrup
RHABDONEMATALES Round & R. M. Crawford	CHRYSOPHYCEAE Pascher
RHABDONEMATACEAE Round & R. M. Crawford	CHROMULINALES Pascher
Rhabdonema adriaticum Kutzing	DINOBRIACEAE Ehrenberg
SURIRELLALES D. G. Mann	*Dinobryon* sp.
SURIRELLACEAE Kutzing	Filo CHLOROPHYTA Pascher
Campylodiscus sp.	CHLOROPHYCEAE Wille
Petrodictyon gemma (Ehrenberg) D. G. Mann	CHLOROCOCCALES Pascher
Surirella elegans Ehrenberg	HYDRODICTYACEAE Dumortir
Surirella fastuosa Ehrenberg	*Pediastrum duplex* Meyen
Surirella sp.	*Pediastrum simplex* Meyen
THALASSIONEMATALES Round	*Pediastrum* sp.
THALASSIONEMATACEAE Round	SPHAEROPLEALES Luerssen
Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky	SCENEDESMACEAE Oltmanns
Thalassionema frauenfeldii Grunow	*Crucigenia tetrapedia* (Kirchner) W. West & G. S. West
THALASSIOPHYSALES D. G. Mann	*Scenedesmus acuminatus* Lagerheim
CATENULACEAE Mereschkowsky	*Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kutzing
Amphora marina W. Smith	*Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brèbisson
Amphora sp.	*Scenedesmus* sp.
MEDIOPHYCEAE (Josué & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska	VOLVOCALES Oltmanns
BIDDULPHIALES	VOLVOCACEAE Ehrenberg
BIDDULPHIACEAE Kutzing	*Volvox* sp.
Biddulphia biddulphiana (J. E. Smith) Boyer	Filo STREPTOPHYCOPHYTA K. Bremner & H. -E. Wanntorp
Biddulphia tridens Ehrenberg	ZYGNEMATOPHYCEAE C. van den Hoek, D. G. Mann & H. M. Jahns
Biddulphia sp.	ZYGNEMATALES G. M. Smith
Terpsinoe musica Ehrenberg	CLOSTERIACEAE Bessey
CHAETOCEROTALES Round & R. M. Crawford	*Closterium gracile* Brèbisson ex Ralfs
CHAETOCEROTHACEAE Ralfs	*Closterium lineatum* Ehrenberg ex Ralfs
Chaetoceros affinis Lauder	*Closterium setaceum* Ehrenberg ex Ralfs
Chaetoceros coarctatus Lauder	*Closterium* sp.
Chaetoceros teres Cleve	DESMIDIACEAE Ralfs
Chaetoceros sp.	*Staurastrum gracile* Ralfs ex Ralfs
HEMIAULALES Round & R. M. Crawford	*Staurastrum leptocladum* Nordstedt.
BELLEROCHEACEAE R. M. Crawford	*Staurastrum longiradiatum* W. West & G. S. West
Bellerochea malleus (Brightwell) Van Heurck	*Staurastrum* sp
LITHODESMIALES	Filo MYZOZOA Cavalier-Smith & Chao
LITHODESMIACEAE Round	DINOPHYCEAE Fritsch
Helicotheca tamesis Ricard	DINOPHYSIALES Kofoid
THALASSIOSIRALES	DINOPHYSIACEAE
SKELETONEMATACEAE	*Dinophysis caudata* Saville-Kent
Skeletonema costatum (Greville) Cleve	*Dinophysis* sp.
THALASIOSIRACEAE Hasle	GONYAULACALES F. J. R. Taylor
Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve	CERATIACEAE Kofoid
TRICERATIALES Round & R. M. Crawford	*Neoceratium contortum* (Gourret) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
PLAGIORAMMACEAE De Toni	*Neoceratium declinatum* (Karsten) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Plagiogramma sp.	*Neoceratium deflexum* (Kofoid) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
TRICERATIACEAE (Schutt) Lemmermann	*Neoceratium extensum* (Gourret) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Auliscus sp.	*Neoceratium furca* (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Odontella aurita (Lyngbye) C. Agardh	*Neoceratium fusus* (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Odontella regia (Schulze) Simonsen	*Neoceratium macroceros* (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Pleurosira laevis (Ehrenberg) Campère	*Neoceratium massiliense* (Gourret) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Triceratium alternans J. W. Bailey	*Neoceratium pentagonum* (Gourret) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Triceratium antedeluvianum (Ehrenberg) Grunow	*Neoceratium teres (*Kofoid) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Triceratium favus Ehrenberg	*Neoceratium trichoceros* (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Triceratium pentacrinus (Ehrenberg) Wallich	*Neoceratium tripos* (Muller) F.Gómez, D.Moreira et López-Garcia
Triceratium sp.	*Neoceratium* sp.
COSCINODISCOSPHYCEAE Round & R. M. Crawford	GONYAULACACEAE Lindemann
AULACOSEIRALES R. M. Crawford	*Gonyaulax spinifera* (Claperède & Lachmann) Diesing
AULACOSEIRACEAE R. M. Crawford, R. M. Crawford	PYROPHACECEAE
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	*Pyrophacus* sp.
CORETHRALES Round & R. M. Crawford	PERIDINIALES Lindemann
CORETHRACEAE Lebour	PROTOPERIDINIACEAE J. P. Bujak & E. H. Davies
Corethron hystrix Hensen	*Protoperidinium* spp
COSCINODISCALES Round	PYROCYSTALES Apstein
COSCINODISCACEAE Kutzing, Kutzing	PYROCYSTACEAE (Schutt) Lemmermann
Coscinodiscus centralis Ehrenberg	*Pyrocystis noctiluca* Murria ex. Schutt.

Dentre os táxons identificados sete estiveram presentes em todas as amostras coletadas com garrafa e com redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha), enquanto que 22 foram identificados especificamente nas amostras coletadas com garrafa e 90 nas amostras coletadas com as redes (Tab. 4).

Tabela 4 – Táxons fitoplanctônicos identificados por coletores no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

TÁXON COMUM NOS COLETORES	**CYANOBACTERIA**	*Oscillatoria* sp.
	BACILLARIOPHYCOPHYTA	*Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus centralis*, *Navicula* spp, *Surirella* sp., *Thalassiosira* sp.
	MYZOZOA	*Protoperidinium* spp
TÁXON COMUM (GARRAFA)	**CYANOBACTERIA**	*Aphanocapsa* sp., *Chrooccocus* sp., *Cylindrospermun* sp., *Nostochopsis* sp., *Rhaphidiopsis curvata, Synechoccocus* sp.
	BACILLARIOPHYCOPHYTA	*Climacosphenia* sp., *Corethron hystrix*, *Coscinodiscus Kutzingii*, *Cyclotella* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Melosira italica*, *Navicula hyalosira*, *Paralia sulcata*, *Paralia* sp., *Thalassionema* sp.,
	HETEROKONTOPHYCOPHYTA	*Dinobryon* sp.
	CHLOROPHYTA	*Crucigenia tetrapedia*, *Scenedesmus* sp., *Volvox* sp.
	MYZOZOA	*Dinophysis* sp., *Neoceratium fusus*
TÁXON COMUM (REDE)	**CYANOBACTERIA**	*Lyngbya* sp., *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria limosa* , *Oscillatoria princeps, Spirulina* sp., *Trichodesmium erythraeum*
	BACILLARIOPHYCOPHYTA	*Actinoptychus splendens*, *Amphiprora alata* var. *pulchra*, *Amphora marina*, *Asterionellopsis glacialis*, *Aulacoseira granulata*, *Auliscus* sp., *Bellerochea malleus*, *Biddulphia biddulphiana*, *Biddulphia tridens*, *Biddulphia* sp., *Campylodiscus* sp. , *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros coartactus*, *Chaetoceros decipiens*, *Chaetoceros teres*, *Climascophenia elongata*, *Fragilaria capuccina*, *Gyrosigma balticum*, *Gyrosigma* sp., *Helicotheca tamesis* , *Hyalodiscus laevis*, *Hyalodiscus subtilis*, *Licmophora flabellata*, *Licmophora* sp., *Lyrella lyra*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia angularis*, *Nitzschia bilobata*, *Nitzschia hybrida*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia lorenziana* var. *subtilis*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia* sp., *Odontella aurita*, *Odontella regia*, *Petrodictyon gemma*, *Plagiogramma* sp., *Pleurosigma elongatum*, *Pleurosira laevis*, *Rhabdonema adriaticum*, *Rhizosolenia setigera*, *Rhizosolenia* sp., *Skeletonema costatum*, *Surirella elegans*, *Surirella fastuosa*, *Synedra* sp., *Terpsinoe musica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira eccentrica*, *Triceratium alternans*, *Triceratium antedeluvianum*, *Triceratium favus*, *Triceratium pentacrinus*, *Triceratium* sp.
	STREPTOPHYCOPHYTA	*Closterium gracile*, *Closterium lineatum*, *Closterium setaceum*, *Closterium* sp., *Staurastrum gracile*, *Staurastrum leptocladum*, *Staurastrum longiradiatum*, *Staurastrum* sp.
	CHLOROPHYTA	*Pediastrum duplex*, *Pediastrum simplex*, *Pediastrum* sp., *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus quadricauda*
	MYZOZOA	*Dinophysis caudata*, *Gonyaulax spinifera*, *Neoceratium contortum*, *Neoceratium declinatum*, *Neoceratium deflexum*, *Neoceratium extensum*, *Neoceratium furca*, *Neoceratium macroceros*, *Neoceratium massiliense*, *Neoceratium pentagonum*, *Neoceratium teres*, *Neoceratium trichoceros*, *Neoceratium tripos*, *Neoceratium* sp., *Pyrocystis noctiluca*

5.4.2 **Riqueza de espécie**

A distribuição da riqueza de espécie do fitoplâncton na bacia portuária do Recife apresentou-se com valores oscilantes entre 22 táxons, em coletas com garrafa, e 74 táxons em amostras coletadas com rede de 45 µm em junho de 2007 (período chuvoso.) Durante novembro de 2007 (período de estiagem) a riqueza variou de 25 táxons em coletas com garrafa, a 58 táxons na rede de 45 µm.

Não houve diferença significativa entre os períodos sazonais (p=0,5127) e as redes de 45 µm e 64 µm (p=0,4328). Porém, foi registrada diferença significativa na riqueza (p>0,05) entre a garrafa e as redes de plâncton (garrafa-rede de 45 µm,

p=0,0060; garrafa-rede de 64 µm, p=0,0499), ocorrendo, assim, diferença significativa na riqueza de espécies entre o fitoplâncton coletado por garrafa e as redes (Fig. 37).

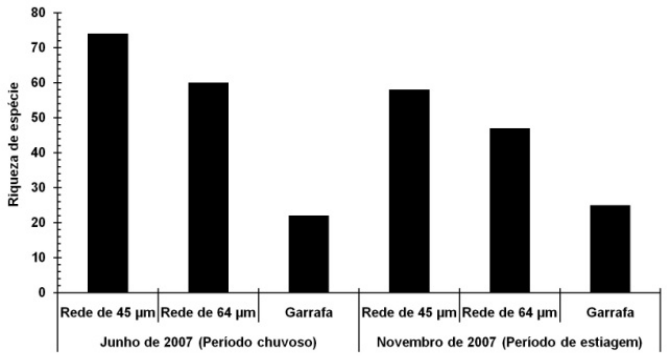

Figura 37 - Variação da riqueza táxonômica no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

A riqueza táxonômica do fitoplâncton coletada com a rede de plâncton com abertura de malha de 45 µm não apresentou variação entre os períodos sazonais (p=0,2454) e entre os ciclos de maré (p=0,0859). Apesar disto, constatou-se que os valores mais representativos estiveram presentes na maré vazante (nos dois períodos estudados). Durante junho de 2007 (período chuvoso) a riqueza variou de 28 espécies durante a baixa-mar e 46 na vazante, com média de 38 espécies, e em novembro de 2007 (período de estiagem), a riqueza variou de 22 espécies durante a preamar e 37 na vazante e na baixa-mar, com média de 31 espécies (Fig. 38).

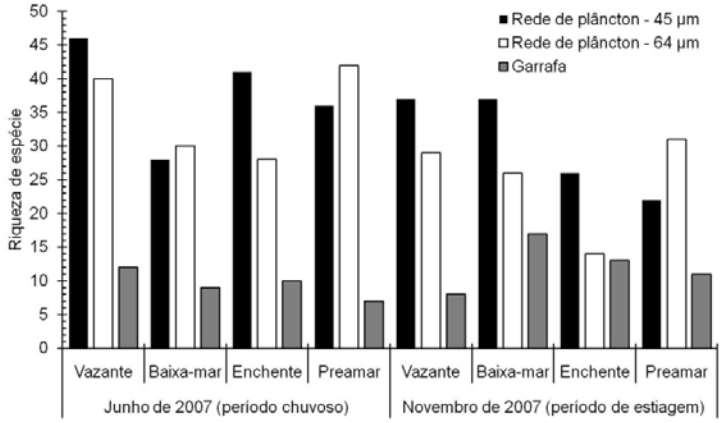

Figura 38 - Variação sazonal da riqueza de espécie do fitoplâncton coletado com redes de plâncton (abertura de malha de 45 e 64 µm) e garrafa no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Nas amostras coletadas com rede de plâncton com abertura de malha de 64 µm, a riqueza táxonômica não apresentou variação sazonal (p=0,1489), com diferenças significativas entre as marés vazante-enchente (p=0,0376), baixamar-preamar (p=0,0376) e enchente-preamar (p=0,003). Observou-se que nas marés vazante e preamar foram registrados os maiores valores de riqueza. Durante junho de 2007 (período chuvoso) a riqueza variou de 28 espécies durante a enchente e 42 na preamar, com média de 35 espécies, e em novembro de 2007 (período de estiagem) a riqueza variou de 14 espécies durante a enchente e 37 na vazante e na baixa-mar, com média de 31 espécies (Fig. 38).

Nas amostras coletadas com garrafa, a riqueza foi nitidamente mais baixa (Fig. 44; 45; 46; 47), não apresentando variação sazonal (p=0,1489) e entre os ciclos de maré (p=0,3598). Durante junho de 2007 (período chuvoso) a riqueza variou de sete espécies durante a preamar e 12 na vazante, com média de 10 espécies, e em novembro de 2007 (período de estiagem), a riqueza variou de oito espécies durante a vazante e 17 na baixa-mar, com média de 12 espécies (Fig. 38).

5.4.3 **Caracterização sazonal e e entre-maré**

Quanto à distribuição dos táxons nos dois períodos anuais, constatou-se que em junho de 2007 (período chuvoso) ocorreram 98 táxons, com a predominância das diatomáceas com 59 táxons, 15 dinoflagelados, 13 cianobactérias, sete streptocofíceas, três clorofíceas e um táxon pertencente à heterokontocofícea. Em junho de 2007 (eríodo de estiagem) ocorreram 85 táxons, representados por 54 diatomáceas, 10 dinoflagelados, nove cianobactérias, oito clorofíceas, três streptofíceas e uma heterokontocofícea (Fig. 39).

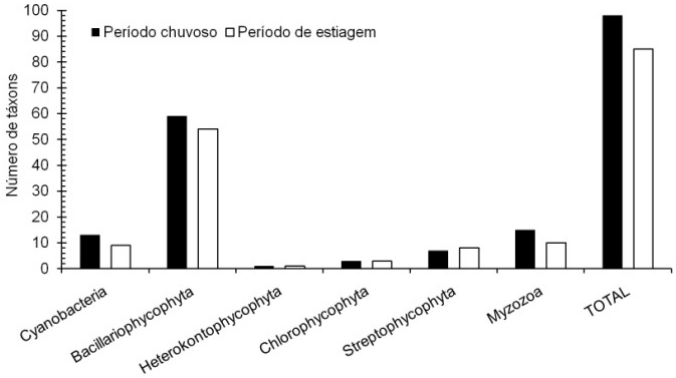

Figura 39 - Variação da riqueza dos filos fitoplanctônico coletado no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Entretanto, entre os táxons identificados, 37 foram específicos em junho de 2007 (período chuvoso) e 25 só ocorreram em novembro de 2007 (período de estiagem) (Tab. 5; Fig. 39).

Tabela 5 – Táxons fitoplanctônicos que ocorreram no ponto 2, na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), especificamente durante o período chuvoso (junho de 2007) e de estiagem (novembro de 2007)

FILO	PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM
Cyanobacteria	*Aphanocapsa* sp., *Chrooccocus* sp., *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria* sp., *Rhaphidiopsis curvata*	*Cylindrospermum* sp.
Bacillariophycophyta	*Auliscus* sp., *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros coartactus*, *Chaetoceros decipiens*, *Climacosphenia* sp., *Coscinodiscus Kutzingii*, *Cyclotella* sp., *Hyalodiscus laevis*, *Hyalodiscus subtilis*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia hybrida*, *Nitzschia linearis*, *Odontella regia*, *Paralia* sp., *Pleurosigma elongatum*, *Rhizosolenia* sp., *Synedra* sp., *Thalassiosira eccentrica*, *Triceratium* sp.	*Actinoptychus splendens*, *Amphora marina*, *Climascophenia elongata*, *Corethron hystrix*, *Ethmodiscus* sp., *Melosira italica*, *Navicula hyalosira*, *Nitzschia lorenziana* var. *subtilis*, *Skeletonema costatum*, *Surirella fastuosa*, *Thalassionema* sp., *Triceratium alternans*, *Triceratium antedeluvianum*, *Triceratium favus*
Chlorophyta	*Pediastrum simplex*, *Pediastrum* sp.	*Crucigenia tetrapedia* , *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus* sp.,*Volvox* sp.
Streptophycophyta	*Closterium gracile*, *Closterium lineatum*, *Staurastrum leptocladum*, *Staurastrum longiradiatum*, *Staurastrum* sp.	*Closterium setaceum*
Myzozoa	*Dinophysis caudata*, *Gonyaulax spinifera*, *Neoceratium deflexum*, *Neoceratium extensum*, *Neoceratium furca*, *Neoceratium macroceros*, *Neoceratium massiliense*	*Neoceratium declinatum*, *Neoceratium teres*

Analisando o numéro de táxons nos diferentes regimes de marés, observou-se que o número de espécies de diatomáceas foi maior nas marés vazante e baixa-mar, enquanto os dinoflagelados apresentaram maior incremento durante as preamares, e clorofíceas e cianobactérias nas marés vazante e baixa-mar (Tab. 6).

Foram registrados diferenças significativas entre: cianobactérias com heterokontocoficeas (p=0,0034); diatomáceas com heterokontocoficeas (p=0,0001), com clorofíceas (p=0,0229), com streptocofíceas (p=0,0261) e com dinoflagelados (p=0,01), evidenciando uma predominância das diatomáceas durante o ciclo diário das marés.

Tabela 6 - Variação do número de táxons dos filos fitoplanctônicos no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

FILO / MARÉ	VAZANTE	BAIXA-MAR	ENCHENTE	PREAMAR
Cyanobacteria	21	23	16	18
Bacillariophycophyta	136	103	92	81
Heterokontophycophyta	0	1	1	1
Chlolophyta	5	11	9	4
Streptophycophyta	7	8	6	5
Myzozoa	2	1	5	33
Total	**171**	**147**	**129**	**142**

5.4.4 **Característica ecológica**

Entre os táxons identificados foi possível enquadrar ecologicamente 84 espécies de acordo com seus hábitos (planctônico e ticoplanctônico) e habitat (oceânico, nerítico, estuarino e água doce), formando sete categorias: planctônica planctônica oceânica, planctônica nerítica, planctônica estuarina e planctônica de

água doce, ticoplanctônica nerítica, ticoplanctônica estuarina e ticoplanctônica de água doce (Tab. 7).

Os organismos planctônicos constituíram a maioria, com 46 espécies, representando um total de 57%. Dentro dos quais, 20% englobaram as espécies oceânicas, compostas por 12 dinoflagelados, seis diatomáceas e uma cianobactéria, 18% neríticas (10 diatomáceas e três dinoflagelados), 13% de água doce (cinco clorofíceas, três diatomáceas, três streptocofíceas e duas cianobactérias) e 1% estuarina (uma diatomácea).

As espécies do ticoplâncton representaram 43% dos táxons, onde as espécies neríticas contribuíram 23%, (22 diatomáceas), água doce com 16%, (sete diatomáceas, três streptocofíceas e duas cianobactérias e uma clorofícea) e as estuarinas com 4% (quatro diatomáceas). Analisando de forma geral, as microalgas planctônicas e ticoplanctônicas marinhas (oceânica e nerítica) constituíram a maior parcela do fitoplâncton, representando 61%, seguida por espécies de água doce (34%) e estuarinas (5%).

Tabela 7 – Associação ecológica dos táxons encontrados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

CATEGORIA		%	TÁXON
PLANCTÔNICA	OCEÂNICA	20	**Cyanobacteria:** *Trichodesmium erythraeum*; **Bacillariophycophyta:** *Chaetoceros coarctatus, Chaetoceros teres, Corethron hystrix, Coscinodiscus kutzingii, Thalassionema frauenfeldii, Thalassionema nitzschioides*; **Myzozoa:** *Neoceratium contortum, Neoceratium declinatum, Neoceratium deflexum, Neoceratium extensum, Neoceratium fusus, Neoceratium macroceros, Neoceratium massiliense, Neoceratium pentagonum, Neoceratium teres, Neoceratium trichoceros, Neoceratium tripos, Pyrocystis noctiluca.*
	NERÍTICA	18	**Bacillariophycophyta:** *Bellerochea malleus, Chaetoceros affinis, Chaetoceros decipiens, Climacosphenia elongata, Coscinodiscus centralis, Helicotheca tamesis, Hyalodiscus subtilis, Odontella regia, Rhizosolenia setigera, Skeletonema costatum;* **Myzozoa:** *Dinophysis caudata, Gonyaulax spinifera, Neoceratium furca.*
	ESTUARINA	1	**Bacillariophycophyta:** *Gyrosigma balticum.*
	ÁGUA DOCE	18	**Cyanobacteria:** *Oscillatoria agardhii, Rhaphidiopsis curvata*; **Bacillariophycophyta:** *Aulacoseira granulata, Fragilaria capucina, Nitzschia longíssima*; **Chlorophyta:** *Pediastrum duplex, Pediastrum simplex, Scenedesmus acuminatus, Scenedesmus dimorphus, Scenedesmus quadricauda;* **Streptophycophyta:** *Closterium gracile, Closterium lineatum, Closterium setaceum.*
TICOPLANCTÔNICA	NERÍTICA	23	**Bacillariophycophyta:** *Actinoptychus splendens, Amphiprora alata* var. *pulchra, Asterionellopsis glacialis, Biddulphia biddulphiana, Biddulphia tridens, Cylindrotheca closterium, Hyalodiscus laevis, Licmophora flabellata, Lyrella lyra, Navicula hyalosira, Odontella aurita, Paralia sulcata, Petrodictyon gemma, Pleurosigma elongatum, Pleurosira laevis, Rhabdonema adriaticum, Surirella fastuosa, Thalassiosira eccentrica, Triceratium alternans, Triceratium antedeluvianum, Triceratium favus, Triceratium pentacrinus*
	ESTUARINA	4	**Bacillariophycophyta:** *Amphora marina, Nitzschia amphibia, Nitzschia angularis, Terpsinoe musica*
	ÁGUA DOCE	16	**Cyanobacteria:** *Oscillatoria limosa, Oscillatoria princeps*; **Bacillariophycophyta:** *Melosira italica, Nitzschia bilobata, Nitzschia hybrida, Nitzschia linearis, Nitzschia lorenziana* var. *subtilis, Nitzschia sigma, Surirella elegans;* **Chlorophyta:** *Crucigenia tetrapedia*; **Streptophycophyta:** *Staurastrum gracile, Staurastrum leptocladum, Staurastrum longiradiatum.*

5.4.5 **Frequência de ocorrência**

Quanto à frequência de ocorrência, observou-se que as espécies não apresentaram uma distribuição homogênea, tendo sido registrada apenas a presença de uma espécie Muito Frequente, *Coscinodiscus centralis* (Tab. 8).

Dezessete táxons foram considerados Frequentes, representados por 14 diatomáceas, duas cianobactérias e uma clorofícea.

Dentre as quarenta e quatro espécies consideradas Pouco Frequentes, 29 foram diatomáceas, seis cianobactérias, cinco dinoflagelados, três streptocofíceas e uma heterokontocofícea.

E, entre as 58 espécies Esporádicas, 27 foram diatomáceas, 13 dinoflagelados, 10 clorofíceas, cinco cianobactérias e três streptofíceas.

Tabela 8 - Frequência de ocorrência dos táxons do fitoplâncton identificados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

CATEGORIA	%	TÁXONS
MUITO FREQUENTE	1	**Bacillariophycophyta***: Coscinodiscus centralis*
FREQUENTE	14	**Cyanobacteria:** *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria agardhii*; **Bacillariophycophyta:** *Asterionellopsis glacialis*, *Aulacoseira granulata*, *Biddulphia biddulphiana*, *Chaetoceros* sp., *Fragilaria capuccina*, *Gyrosigma balticum*, *Helicotheca tamesis*, *Lyrella lyra*, *Navicula* spp., *Plagiogramma* sp., *Rhabdonema adriaticum*, *Rhizosolenia setigera*, *Surirella* sp., *Thalassiosira* sp.; **Chlorophyta:** *Pediastrum duplex*.
POUCO FREQUENTE	36	**Cyanobacteria:** *Lyngbya* sp., *Nostochopsis* sp., *Oscillatoria* sp., *Spirulina* sp., *Synechoccocus* sp., *Trichodesmium erythraeum*; **Bacillariophycophyta:** *Amphiprora alata* var. *pulchra*, *Bellerochea malleus*, *Biddulphia tridens*, *Biddulphia* sp., *Campylodiscus* sp., *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros coartactus*, *Chaetoceros teres*, *Cylindrotheca closterium*, *Gyrosigma* sp., *Licmophora flabellata*, *Licmophora* sp., *Nitzschia bilobata*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia* sp., *Odontella aurita*, *Petrodictyon gemma*, *Pleurosira laevis*, *Rhizosolenia* sp., *Skeletonema costatum*, *Surirella elegans*, *Surirella fastuosa*, *Terpsinoe musica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Triceratium alternans*, *Triceratium pentacrinus*, *Triceratium* sp.; **Heterokontophycophyta:** *Dinobryon* sp.; **Streptophycophyta:** *Closterium* sp., *Staurastrum gracile*, *Staurastrum leptocladum*; **Myzozoa:** *Neoceratium furca*, *Neoceratium tripos*, *Neoceratium* sp., *Pyrocystis noctiluca*, *Protoperidinium* spp.
ESPORÁDICA	49	**Cyanobacteria:** *Aphanocapsa* sp., *Chrooccocus* sp., *Cylindrospermun* sp., *Oscillatoria limosa, Rhaphidiopsis curvata*; **Bacillariophycophyta:** *Actinoptychus splendens, Amphora marina, Auliscus* sp., *Chaetoceros decipiens, Climascophenia elongata, Climacosphenia* sp., *Corethron hystrix, Coscinodiscus kutzingii, Cyclotella* sp., *Hyalodiscus laevis, Hyalodiscus subtilis, Melosira italica, Navicula hyalosira, Nitzschia amphibia, Nitzschia angularis, Nitzschia hybrida, Nitzschia linearis, Nitzschia lorenziana var. subtilis, Odontella regia, Paralia sulcata, Paralia* sp., *Pleurosigma elongatum, Synedra* sp., *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira eccentrica, Triceratium antedeluvianum, Triceratium favus*; **Chlorophyta:** *Crucigenia tetrapedia, Pediastrum simplex, Pediastrum* sp., *Scenedesmus dimorphus, Scenedesmus quadricauda, Staurastrum longiradiatum, Staurastrum* sp.; *Scenedesmus acuminatus, Scenedesmus* sp., *Volvox* sp.; **Streptophycophyta:** *Closterium gracile, Closterium lineatum, Closterium setaceum* **Myzozoa:** *Dinophysis caudata, Gonyaulax spinifera, Neoceratium contortum, Neoceratium extensum, Neoceratium declinatum, Neoceratium deflexum, Neoceratium furca, Neoceratium fusus, Neoceratium macroceros, Neoceratium massiliense, Neoceratium pentagonum, Neoceratium teres, Neoceratium trichoceros.*

5.4.6 **Abundância relativa**

Apenas uma diatomácea, *Plagiogramma* sp., foi considerada dominante no fitoplâncton, tendo atingido um percentual de 55,03% dos indivíduos presentes na coleta com rede de plâncton com abertura de malha de 64 µm, durante a maré enchente em junho de 2007 (período de estiagem) (Tab. 9; 10).

Os táxons coletados com rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha foram considerados como abundante foram: duas espécies de cianobactérias (*Oscillatoria agardhii* e *Oscillatoria princeps*), 18 diatomáceas *(Asterionellopsis glacialis, Aulacoseira granulata, Biddulphia biddulphiana, Biddulphia* sp.*, Chaetoceros teres, Chaetoceros* sp.*, Coscinodiscus centralis, Fragilaria capuccina, Gyrosigma balticum, Helicotheca tamesis, Hyalodiscus laevis, Lyrella lyra, Plagiogramma* sp.*, Rhabdonema adriaticum, Skeletonema costatum, Thalassionema nitzschioides e Thalassiosira* sp.), uma clorofícea (*Pediastrum duplex*), uma streptocofícea (*Staurastrum* sp.), e um dinoflagelado (*Pyrocystis noctiluca*) (Tab. 9). As demais espécies foram consideradas raras.

Tabela 9 – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos considerados abundantes, registrados na rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha, no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil).

PERÍODO	JUNHO DE 2007 (PERÍODO CHUVOSO)				NOVEMBRO DE 2007 (PERÍODO DE ESTIAGEM)			
TÁXON MARÉ	VZ	BM	EN	PM	VZ	BM	EN	PM
CYANOBACTERIA								
Oscillatoria agardhii	0,65	3,80	**5,14***	1,35			0,94	0,70
Oscillatoria princeps	0,33	**5,06***	2,57	2,70	2,56	**4,51***	0,94	0,87
BACILLARIOPHYCOPHYTA								
Asterionellopsis glacialis	**6,51***	**12,66***	**12,54***	**24,77***	0,51		0,56	**9,39***
Aulacoseira granulata	**2,61***	**5,06***	**7,40***	0,90	**4,87***	2,01	0,56	
Biddulphia biddulphiana	**3,58***	1,27		0,45	**5,38***	1,50	0,19	0,17
Biddulphia sp.	**4,23***				0,51			
Chaetoceros teres		3,80	**4,82***	**4,95***		0,25		
Chaetoceros sp.	**3,26***	2,53	2,89	0,45		0,25	0,38	0,17
Coscinodiscus centralis	**10,42***	2,53	2,57	**5,41***	**23,34***	**24,82***	**15,38***	4,52
Fragilaria capuccina	**8,47***		2,89	0,45	**3,33**	1,75	0,94	0,52
Gyrosigma balticum	2,28	**7,59***	1,93	1,80	**3,33**	**3,76***	0,94	0,70
Helicotheca tamensis	**3,58***	**7,59***	**9,65**	**17,57***	**4,87***	1,50	**18,20***	**19,48***
Hyalodiscus laevis				**9,46***				
Lyrella lyra	0,33	1,27	**4,18***	0,90	0,77	0,50		0,35
Plagiogramma sp.	0,98		0,32	**4,95***	**19,23***	**19,55***	**40,71***	**49,04***
Rhabdonema adriaticum	**8,47***	1,27	0,32	1,35	4,10	2,51		0,52
Skeletonema costatum					2,56	1,25	**12,57***	1,74
Thalassionema nitzschioides			2,89	**3,15**			1,31	**6,09***
Thalassiosira sp.	0,33		**6,43***	0,45	**3,85**	**4,76***		
CHLOROPHYTA								
Pediastrum duplex	0,33	**20,25***	**6,75***	0,45	2,56	**10,53***	1,31	
STREPTOPHYCOPHYTA								
Staurastrum sp.	**4,56***							
MYZOZOA								
Pyrocystis noctiluca	**3,91***					**9,52***		
MÉDIA GERAL	**3,16**	**4,84**	**3,98**	**4,44**	**4,51**	**4,34**	**5,42**	**5,43**

Nota: Sinais convencionais utilizados:
VZ: Maré vazante; **BM**: Baixa-mar; **EN**: Maré enchente; **PM**: Preamar; *: Espécie considerada abundante.

Na rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, os táxons foram: uma cianobactéria (*Oscillatoria princeps*), 20 diatomáceas *(Asterionellopsis glacialis, Aulacoseira granulata, Bellerochea malleus, Biddulphia biddulphiana, Campylodiscus*

sp., *Chaetoceros affinis, Chaetoceros teres, Coscinodiscus centralis, Fragilaria capuccina, Gyrosigma balticum, Helicotheca tamesis, Licmophora* sp., *Lyrella lyra, Rhabdonema adriaticum, Skeletonema costatum, Thalassionema nitzschioides, Thalassiosira* sp., *Triceratium antedeluvianum e Triceratium pentacrinus*), uma clorofícea (*Pediastrum duplex*), uma streptocofícea (*Closterium* sp.) e três dinoflagelados (*Neoceratium trichoceros, Neoceratium tripos* e *Pyrocystis noctiluca*) (Tab. 10). As demais espécies foram consideradas raras.

Tabela 10 – Abundância relativa dos táxons fitoplanctônicos considerados dominantes e abundantes, registrados na rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil).

PERÍODO	JUNHO DE 2007 (PERÍODO CHUVOSO)				NOVEMBRO DE 2007 (PERÍODO DE ESTIAGEM)			
TÁXON MARÉ	VZ	BM	EN	PM	VZ	BM	EN	PM
CYANOBACTERIA								
Oscillatoria princeps	**8.86***	**10.44***	0.45	0.54	**3.85***	**5.26***	1.18	1.44
BACILLARIOPHYCOPHYTA								
Asterionellopsis glacialis	**4.64***	**12.45***	**8.11***	**20.16***	1.54	0.75	1.18	**3.91***
Aulacoseira granulata	**2.53***	**4.02***	0.90	0.27	**4.62***	2.26		
Bellerochea malleus	**3.38***	0.40		1.34			0.59	0.41
Biddulphia biddulphiana	**5.06***	0.40		0.27	**6.15***	2.26		0.21
Campylodiscus sp.	0.42			0.27	1.54	**5.26***		0.21
Chaetoceros affinis	0.42	**4.42***	1.80	2.42				
Chaetoceros teres	**2.95***	0.40	3.15	0.27				
Coscinodiscus centralis	0.84	0.80	3.15	**5.65***	**8,46***	**31,57***	**16,26***	**15,44***
Fragilaria capuccina	**16.88***	1.20	**4.05***	**21.77***	3.08	1.50	0.30	0.21
Gyrosigma balticum	**5.49***	2.81	0.90	0.27	**5.38***	**5.26**		
Helicotheca tamesis	1.69	**3.61***	1.80	**6.72***	**6.15***	2.26	**19.53***	**28.81***
Licmophora sp.	0.42	0.40	**27.03***					
Lyrella lyra Ehrenberg	0.84	2.81	**10.36***	0.27				
Plagiogramma sp.					**25.38***	**5.26***	**55.03**	**38.89***
Rhabdonema adriaticum	**20.25***	**5.22***		1.08	**3.85***	3.01	0.30	0.21
Skeletonema costatum					2.31		2.96	**3.50***
Thalassionema nitzschioides	**2.95***	0.80	0.45	**3.49***				0.82
Thalassiosira sp.	0.42	**3.61***	**14.86***	0.81				
Triceratium antedeluvianum					**6.15***			
Triceratium pentacrinus	**2.53***		0.45	0.54	**4.62***	1.50		0.41
CHLOROPHYTA								
Pediastrum duplex	0.42	**31.33***	**10.36***	1.08	2.31	**18.80***	1.48	0.41
STREPTOPHYCOPHYTA								
Closterium sp.		**3.61***	0.45	0.27				
MYZOZOA								
Neoceratium trichoceros				**2.69***				0.41
Neoceratium tripos			1.35	**7.26***				0.21
Pyrocystis noctiluca				**6.18***	0.77			0.21
MÉDIA GERAL	**2.50**	**3.33**	**3.57**	**2.44**	**3.45**	**3.85**	**7.14**	**3.23**

Nota: Sinais convencionais utilizados:
VZ: Maré vazante; **BM**: Baixa-mar; **EN**: Maré enchente; **PM**: Preamar; *: Espécie considerada abundante; **: Espécie considerada dominante.

5.4.7 **Diversidade específica**

Na bacia portuária do Recife a diversidade específica da flora planctônica coletada com as redes de plâncton (45 e 64 µm) apresentou-se com 75% dos valores das amostras considerados altos, principalmente no período chuvoso. Entretanto, o fitoplâncton coletado com garrafa apresentou diversidade baixa em 75% das amostras.

Nas amostras coletadas com rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha não ocorreu diferença significativa na variação sazonal (p=0,1489) e entre os ciclos de marés (p=0,1082). Durante junho de 2007 (período chuvoso), os valores de

diversidade específica foram altos, variando de 3,92 durante a preamar a 4,76 bits.cel^{-1} durante a maré vazante; em novembro de 2007 (período de estiagem) os valores foram médios a altos, com variação de 2,54 durante a preamar, a 4,13 bits.cel^{-1} durante a maré vazante (Fig 40).

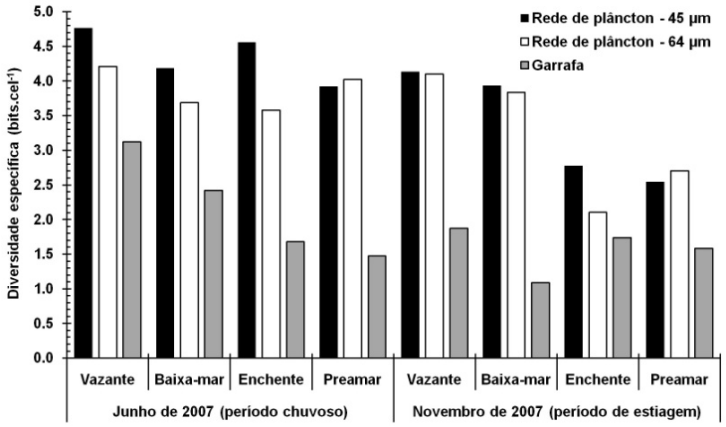

Figura 40 – Variação da diversidade específica do fitoplâncton coletado com redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) e garrafa no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Nas amostras coletadas com rede de abertura de malha de 64 µm, também, não ocorreu uma variação sazonal significativa entre as amostras (p=0,3865), porém diferença entre a diversidade específica foi observada entre os ciclos de marés vazante-enchente (p=0,0011) e vazante-preamar (p=0,0376). Os índices de diversidade específica, durante junho de 2007 (período chuvoso), variaram de 3,58 (durante a maré enchente) a 4,21 bits.cel^{-1} (durante a maré vazante). Em novembro de 2007 (período de estiagem), o índice de diversidade específica variou de 2,10 (durante a enchente) a 4,10 bits.cel^{-1} (durante a maré vazante) (Fig. 40).

Os valores de diversidade especifica das amostras coletadas com garrafa não apresentaram diferença significativa entre os períodos sazonais (p=0,3865) e os ciclos de marés (p=0,0576). Em junho de 2007 (período chuvoso) o valor mais elevado (3,22 bits.cel^{-1}) foi registrado na maré vazante e o menor (1,47 bits.cel^{-1}) foi na preamar. Em novembro de 2007 (período de estiagem) o valor mais elevado foi 1,87 bits.cel^{-1} registrado durante a vazante e o menor foi 1,09 bits.cel^{-1} durante baixa-mar (Fig. 40). Os baixos valores foram encontrados no em novembro de 2007 (período de estiagem), consequência do predomínio da espécie *Thalassiosira* sp. (Tab. 9; 10; Fig. 40).

5.4.8 **Equitabilidade**

Todos os resultados de equitabilidade na bacia portuária do Recife foram altos apresentando valores acima de 0,50, demonstrando uma distribuição uniforme das espécies nas amostras.

Nas amostras coletadas com rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha, durante junho de 2007 (período chuvoso), os valores de equitabilidade variaram de 0,76 (preamar) a 0,87 (baixa-mar) e em novembro de 2007 (período de estiagem), variaram de 0,57 (preamar) a 0,79 (na maré vazante). Ocorreu uma variação sazonal na equitabilidade (p=0,0433) e não houve diferença significativa entre os ciclos de marés (p=0,27) (Fig. 41)

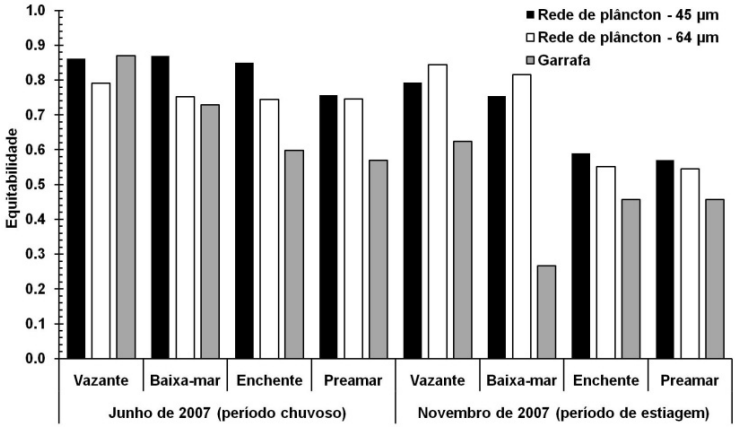

Figura 41 - Variação da equitabilidade do fitoplâncton coletado com redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) e garrafa no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Nas amostras coletadas com rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, a equitabilidade entre as amostras não apresentou uma variação sazonal (p=0,9993) e houve diferença significativa entre os ciclos de marés vazante-enchente (p=0,0116), vazante-preamar (p=0,0048) e baixa-mar-preamar (p=0,0259). Durante junho de 2007 (período chuvoso), os valores de equitabilidade variaram de 0,74 (enchente) a 0,79 (vazante) e em novembro de 2007 (período de estiagem) variaram de 0,55 (na maré enchente e preamar) a 0,84 (maré vazante) (Fig. 41).

Nas amostras coletadas com garrafas as espécies, se encontram bem distribuídas, com 62,5% dos valores de equitabilidade acima de 0,5, confirmando uma distribuição uniforme dos táxons nas diferentes marés. Não foi encontrado diferença significativa entre os períodos sazonais (p=0,0814) e entre os ciclos de marés (p=0,1007) (Fig. 41).

5.4.9 **Análise quantitativa do fitoplâncton**

O fitoplâncton apresentou densidades celulares entre 150 x 10^3 cel.L^{-1} e 6.050 x 10^3 cel.L^{-1}, com maiores concentrações de células registradas durante novembro de 2007 (período de estiagem), tendo ocorrido uma variação sazonal significativa no número de cel.L^{-1} entre os dois períodos anuais (p= 0,0453). Em junho de 2007 (período chuvoso) os maiores valores de densidades ocorreram na baixa-mar (225 x 10^3 cel.L^{-1}) e preamar (250 x 10^3 cel.L^{-1}), enquanto novembro de 2007 (período de estiagem) as maiores densidades foram registradas na baixa-mar (6.050 x 10^3 cel.L^{-1}) e na enchente (3.165 x 10^3 cel.L^{-1}) (Fig. 42).

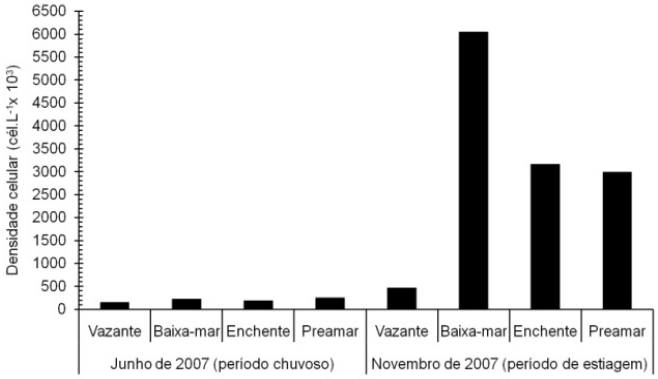

Figura 42 - Variação quantitativa do fitoplâncton no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Quanto à contribuição quantitativa dos principais filos de algas do fitoplâncton, observou-se que as diatomáceas e as cianobactérias predominaram nos períodos estudados e estiveram presentes em todas as fases de marés (Fig. 43).

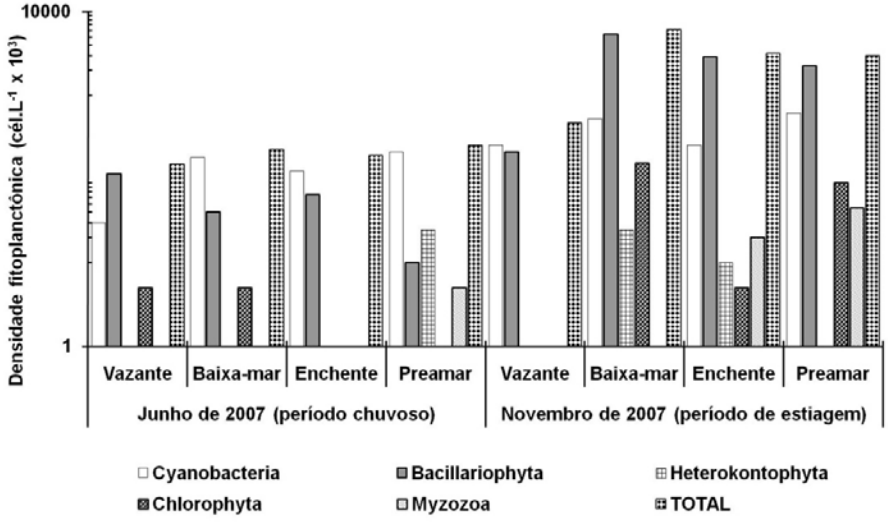

Figura 43 – Variação quantitativa dos filos fitoplanctônicos registrada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

As diatomáceas caracterizaram junho de 2007 (período de estiagem) e foram responsáveis pela elevação do número de cel.L^{-1} na baixa-mar (6.050 x 10^3 cel.L^{-1}) e novembro de 2007 (período de estiagem), quando atingiram valores de 5.345 x 10^3 cel.L^{-1}. O número mínimo de diatomáceas, 10 x 10^3 cel.L^{-1}, ocorreu na preamar de junho de 2007 (período chuvoso) (Fig. 43). Entre as diatomáceas, as espécies mais representativas na área foram: *Cylindrotheca closterium*, *Thalassiosira* sp., e pequenas diatomáceas pertencentes à classe Coscinodiscophyceae.

Cylindrotheca closterium esteve presente em novembro de 2007 (período de estiagem) enquanto que em junho de 2007 (período chuvoso) apenas na maré enchente. Foi registrado o maior valor de densidade da espécie ocorreu em novembro de 2007 (período de estiagem), com o valor máximo de 100 x 10^3 cél.L^{-1} durante a preamar (Fig. 44).

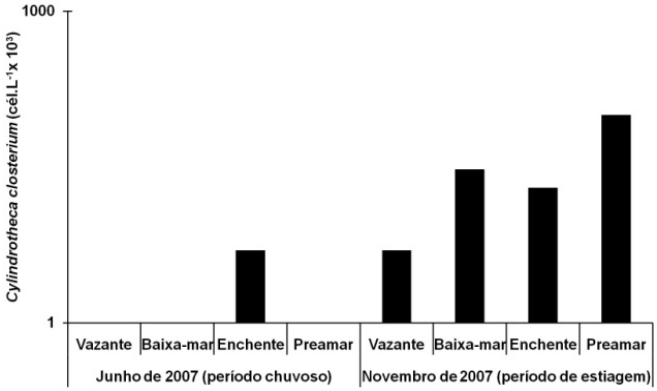

Figura 44 - Variação da densidade celular de *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman & Lewis no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Thalassiossira sp. ocorreu durante novembro de 2007 (período de estiagem), com valor máximo de 5.040 x 10^3 cél.L^{-1} durante a baixa-mar. Durante junho de 2007 (período chuvoso) foram registrados valores variando de 5 a 30 x 10^3 cél.L^{-1} na preamar e enchente, respectivamente, e ausência nas sub-amostras das marés vazante e baixa-mar (Fig. 45).

As pequenas diatomáceas da classe Coscinodiscophyceae estiveram presente nos meses estudados (junho e novembro de 2007), em quase todas as marés, ausente apenas nas sub-amostras da preamar de junho de 2007 (período chuvoso). Foram registrados valores médios mais elevados durante novembro de 2007 (período de estiagem), alcançando o valor de 125 x 10^3 cél.L^{-1} durante a baixa-mar (Fig. 46).

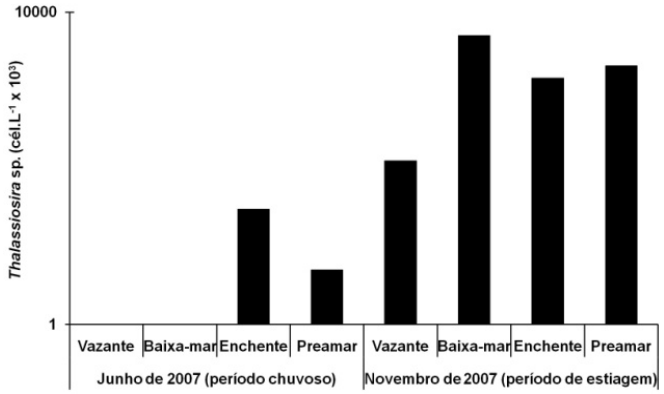

Figura 45 - Variação da densidade celular de *Thalassiosira* sp. no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

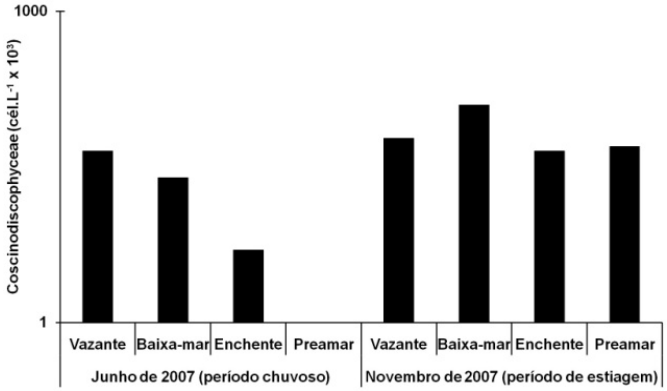

Figura 46 - Variação da densidade celular da classe Coscinodiscophyceae registrada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

As cianobactérias representaram, em termos quantitativos, o segundo filo mais importante do fitoplâncton e ocorreram em todas as marés dos períodos estudados. Entretanto mostraram preferência de novembro de 2007 (período de estiagem). Os valores de densidade das cianobactérias, durante junho de 2007 (período chuvoso) variaram entre 30 x 10^3 cel.L^{-1} na maré vazante e 210 x 10^3 cel.L^{-1} na preamar, e em novembro de 2007 (período de estiagem) variam entre 255 x 10^3 cel.L^{-1} na vazante e 615 x 10^3 cel.L^{-1} na preamar. A espécie mais representativa foi *Nostochopsis* sp., além de pequenas cianobactérias filamentosas pertencentes a classe Oscillatoriaceae (Fig. 47; 48).

Nostochopsis sp. presente nos períodos estudados, em quase todas as marés, apenas ausente na sub-amostra da enchente em junho de 2007 (período chuvoso). Foram registrados, em média, valores altos de 240 e 500 x10^{-3} cél.L^{-1} durante a vazante e baixa-mar de novembro de 2007 (período de estiagem) e na preamar com 170 x10^{-3} cél.L^{-1} de junho de 2007 (período chuvoso) (Fig. 47).

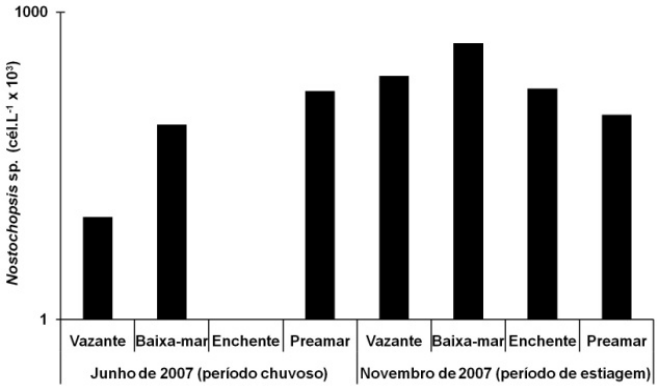

Figura 47 - Variação da densidade celular da espécie *Nostochopsis* sp. registrada no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

As cianobactérias pertencentes à família Oscillatoriaceae estiveram presentes nos dois meses estudados e em quase todas as marés. Os valores altos de 515 x 10^3 cél.L^{-1} e 125 x 10^3 cél.L^{-1} foram registrados durante a preamar de novembro de 2007 (período de estiagem) e enchente de junho de 2007 (período chuvoso), respectivamente (Fig. 48).

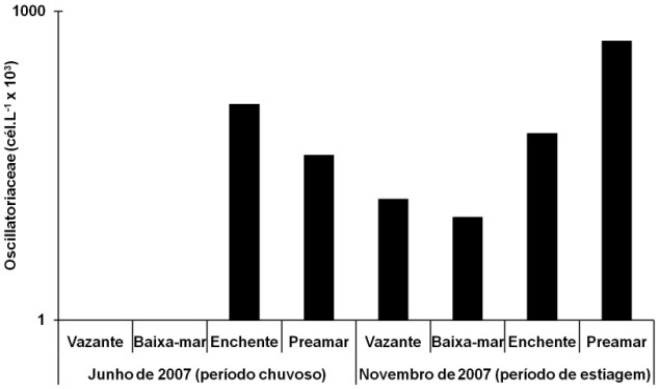

Figura 48 - Variação da densidade celular do táxon Oscillatoriaceae encontradas no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

As clorofíceas contribuíram para a densidade fitoplanctônica, com valores variando de 5 a 155 x 10^3 cel.L^{-1}, com os maiores valores registrados na baixa-mar (155 x 10^3 cel.L^{-1}) e preamar (90 x 10^3 cel.L^{-1}) durante o período de estiagem (Fig. 43).

Os filos menos representativos foram: Myzozoa com a maior densidade (45 x 10^3 cel.L^{-1}), registrada durante a preamar do período de estiagem, e Heterokontophycophyta que registrou a maior densidade (25 x 10^3 cel.L^{-1}) durante a preamar, no período chuvoso, e na baixa-mar, durante o período de estiagem (Fig. 43).

5.4.10 **Associação dos táxons**

As figuras 49 e 50 apresentam os dendrogramas das associações dos táxons coletados com redes de plâncton com abertura de malha de 45 e 64 µm respectivamente.

A associação dos táxons coletado com rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha, englobou quatro grupos:

Grupo 1 – compreendendo apenas quatro táxons, na sua maioria por organismos planctônicos de água doce.

Grupo 2 – constituído pela maioria dos táxons planctônicos:

Subgrupo 2A - composto por táxons marinhos (nerítico e oceânico).

Subgrupo 2B - englobou a maioria de água doce.

Grupo 3 – composto por táxons em sua maioria ticoplanctônicas e neríticas.

Grupo 4 – o grupo mais diversificado com maior número de táxons, formado por dois subgrupos:

Subgrupo 4A – composto por diatomáceas ticoplanctônicas neríticas.

Subgrupo 4B – englobou a maioria planctônica marinha (nerítica + oceânica).

A associação dos táxons coletado com rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, englobou três grupos:

Grupo 1 – o grupo mais diversificado com maior número de táxons caracterizado por três subgrupos:

Subgrupo 1A - composto pela maioria dos táxons planctônicos oceânicos.

Subgrupo 1B - englobou a maioria de táxons planctônicos de água doce.

Subgrupo 1C - composto por táxons ticoplanctônicos marinhos (nerítico e oceânico).

Grupo 2 – constituído pela maioria de táxons ticoplanctônicos nerítico.

Grupo 3 – composto por táxons em sua maioria planctônicos marinhos.

A associação dos táxons coletado com garrafa foi realizada, porém não apresentada por não obter um agrupamento consistente devido a grande quantidade de táxons em nível de gênero.

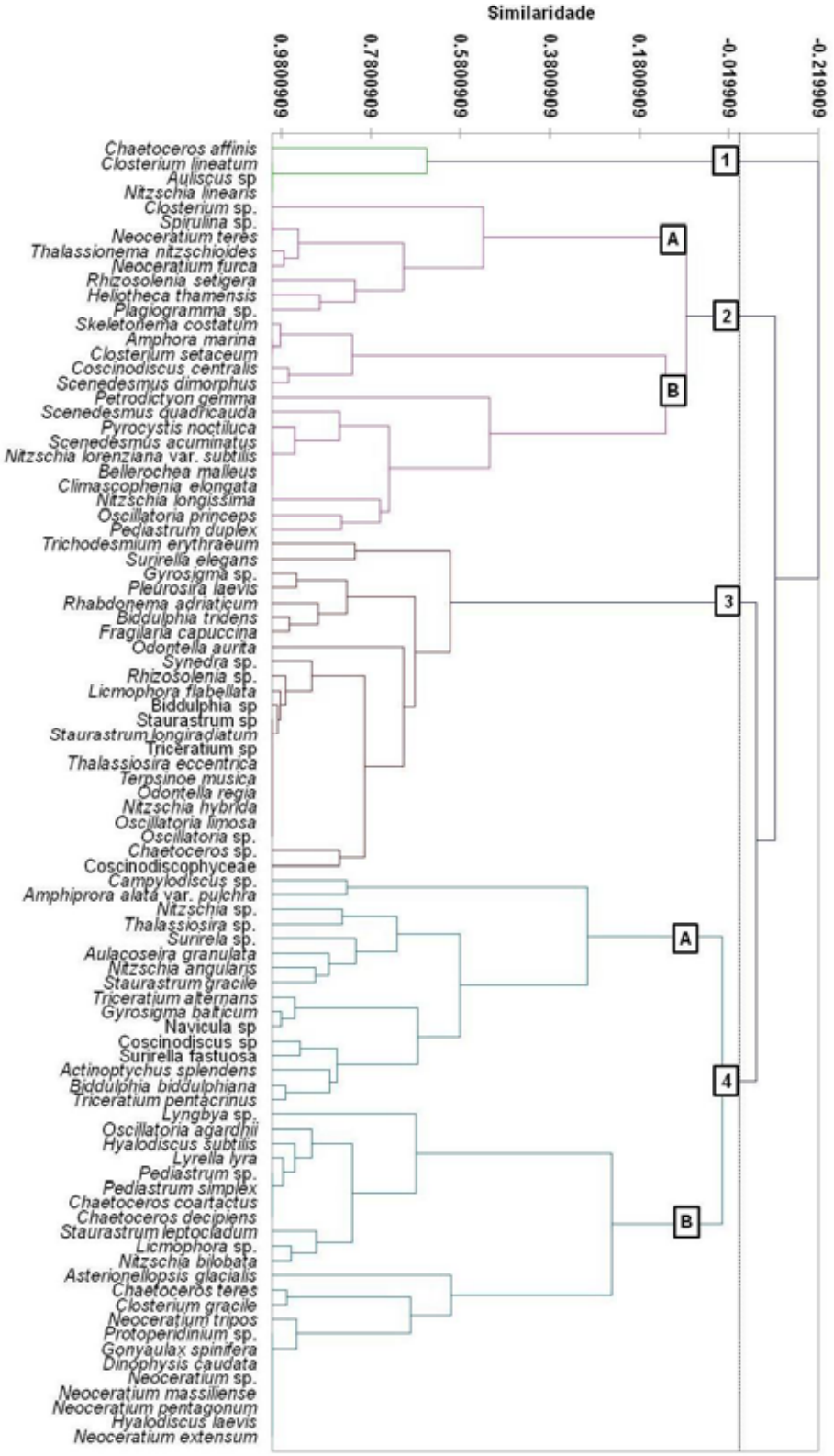

Figura 49 - Dendrograma da associação dos táxons fitoplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 45 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

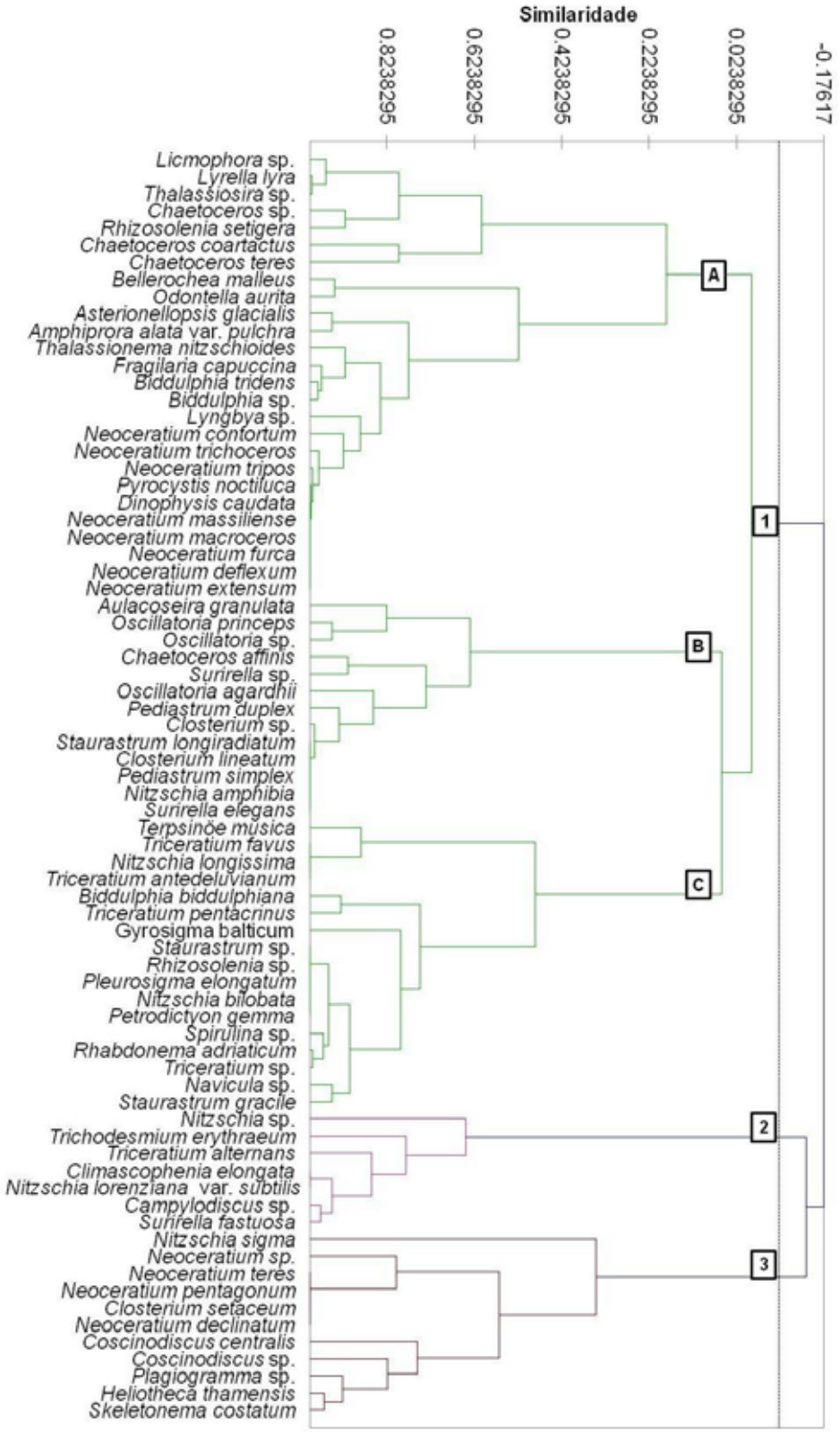

Figura 50 - Dendrograma da associação dos táxons fitoplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 64 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.5 ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

A seguir serão apresentados dados sobre a comunidade do zooplâncton na bacia portuária do Recife, com base nas amostras coletadas no ponto de coleta 2 com as redes de abertura de malha de 45 e 64 µm.

5.5.1 **Composição faunística**

A comunidade da fauna planctônica do Porto do Recife, ao longo do período estudado, esteve representada por 56 táxons, distribuídos em 25 gêneros, enquadrados em 10 Filos: Ciliophora (Tintininna), Cnidaria, Granuloreticulosa (Foraminifera), Rotifera, Nematoda, Annelida, Arthropoda, Mollusca, Chaetognatha e Chordata. Deste total 20 pertencentes ao Arthropoda (35,71%), 14 Rotifera (25,00%), 12 Ciliophora (21,43%), três Chordata (5,36%), dois Mollusca (3,57%) e os Filos Cnidaria, Granuloreticulosa, Nematoda, Annelida e Chaetognatha contribuiram com 8,93% no total. Destaque para o filo Arthropoda com 44 táxons e principalmente para os Crustáceos Copepoda, com 15 espécies e a subordem Calanoida foi a mais representativa com sete espécies. As famílias mais representativas foram Brachionidae (filo Rotífera) com 10 espécies e Codonellidae (filo Ciliophora) com cinco espécies (Tab. 11; Fig. 51).

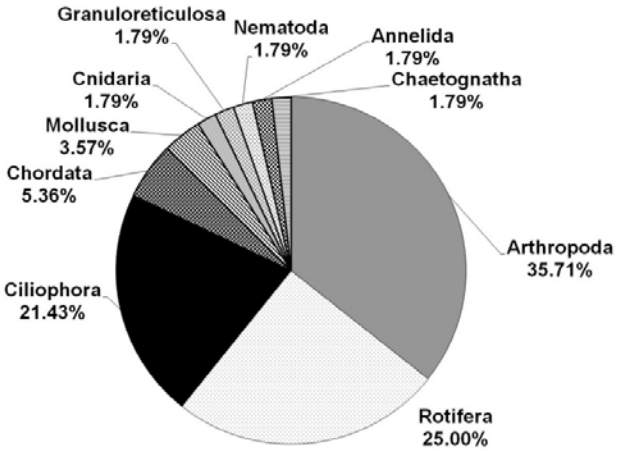

Figura 51 – Distribuição percentual da composição táxonômica do zooplâncton identificados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Dentre os táxons identificados 30 estiveram presentes nas amostras coletadas com as redes de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha), enquanto que 12 foram identificados especificamente nas amostras coletadas com a rede de 45 m e 11 foram nas amostras coletadas com a rede de 64 m (Tab. 12).

Tabela 11 – Sinopse dos táxons zooplanctônicos identificados do ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Filo CILIOPHORA	Filo MOLLUSCA
Classe POLYPHYMENOPHORA	Classe GASTROPODA (véliger)
Subclasse SPIROTRICHIA	Classe BIVALVIA (véliger)
Ordem OLIGOTRICHIDA	Filo ARTHROPODA
Subordem TINTINNINA	Subfilo CRUSTACEA (náuplios)
Família CODONELLIDAE	Classe OSTRACODA
Condonaria sp.	Classe MALACOSTRACA
Condonella sp.	Subclasse EUMALACOSTRACADA
Leprotintinnus nordqvistii (Brandt, 1906)	Superordem PERACARIDA
Tintinnopsis aperta Brandt, 1906	Ordem ISOPODA
Tintinnopsis campanula Erhenberg, 1840	Família MICRONISCIDAE
Tintinnopsis nordquisti Brand, 1906	Superordem EUCARIDA
Tintinnopsis sp.	Ordem DECAPODA
Família CODONELLOPSIDAE	Subordem PLEOCYEMATA
Codonellopsis sp.	Infra-ordem BRACHYURA (zoea)
Família PTYCHOCYLIDAE	Classe MAXILLOPODA
Favella ehrenbergii (Claparède e Lachmann, 1858)	Infra-ordem CIRRIPEDIA (náuplios)
Família UNDELLIDAE	Infra-ordem CIRRIPEDIA (cypris)
Undella sp.	Ordem COPEPODA (copepodito e adulto)
Família DICTYOCYSTIDAE	Subordem CALANOIDA
Dictyocysta sp.	Família PARACALANIDAE
Família TINTINNIDAE	*Parvocalanus crassirostris* (Dahl,1894)
Eutintinnus sp.	*Paracalanus indicus* Wolfendem, 1905
Filo CNIDARIA	*Paracalanus quasimodo* Bowman,1971
Superclasse HYDROZOA	Família TEMORIDAE
Classe HYDROMEDUSAE	*Temora turbinata* (Dana, 1849)
Filo GRANULORETICULOSA	Família PSEUDODIAPTOMIDAE
Classe FORAMINIFERA	*Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F, 1894)
Filo ROTIFERA	Família PONTELLIDAE
Classe EUROTATORIA	*Labidocera fluviatilis* Dahl, 1894
Classe MONOGONONTA	Família ACARTIIDAE
Superordem PSEUDOTROCHA	*Acartia lilljebori* Giesbrecht, 1892
Ordem PLOIMIDA	Subordem CYCLOPOIDA
Família BRACHIONIDAE	Família OITHONIDAE
Brachionus angularis Gosse, 1951	*Oithona hebes* Santos, 1973
Brachionus falcatus Zacharias, 1898	*Oithona nana* Giesbrecht, 1892
Brachionus havanaensis Rousselet, 1911	*Oithona oculata* Farran, 1913
Brachionus patulus O. F. Muller, 1786	*Oithona oswaldocruzi* Oliveira, 1945
Brachionus plicatilis (Muller, 1786)	*Oithona* sp.
Brachionus sp.	Subordem HARPACTICOIDA
Keratella americana Carlin, 1943	Família ECTINOSOMIDAE
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	*Microsetella* sp.
Keratella quadrata (O. F. Muller, 1786)	Família TACHYDIIDAE
Keratella sp_1	*Euterpina acutifrons* (Dana, 1852)
Keratella sp_2	Ordem Poecilostomatoida
Família LECANIDAE	Família CORYCAEIDAE
Lecane sp.	*Corycaeus amazonicus* F. Dahl, 1894
Família TROCHOSPHAERIDAE	Filo CHAETOGNATHA
Filinia opoliensis (Zacharias, 1891)	Filo CHORDATA
Ordem BDELLOIDEA	Subfilo UROCHORDATA
Família PHILODINIDAE	Classe APPENDICULARIA
Rotatoria rotatoria (Pallas, 1766)	Família OIKOPLEURIDAE
Rotatoria sp.	Subfamília OIKOPLEURINAE
Filo NEMATODA	*Oikopleura dioica* Fol, 1872
Filo ANNELIDA	Subfilo TELEOSTEI (ovos)
Classe POLYCHAETA (larva Trocophora)	

Tabela 12 - Táxons zooplanctônicos identificados nas redes de plâncton (45µm e 64µm) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

TÁXON COMUM NAS DUAS REDES	**Ciliophora (Tintininna)**	*Codonellopsis* sp.; *Tintinnopsis nordquisti*; *Tintinnopsis* sp.
	Granuloreticulosa	Foraminifera
	Rotifera	*Brachionus plicatilis*; *Brachionus* sp.; *Keratella americana*; *Keratella* sp_1; *Lecane* sp.; *Rotatoria* sp.
	Nematoda	Nematoda
	Annelida	Polychaeta (larva Trocophora)
	Arthropoda	*Acartia lillijebori*; Brachyura (zoea); Cirripedia (nauplios); Copepoda (copepodito e adulto); Crustacea (nauplios); *Euterpina acutifrons*; Micronisciдae (larva de Isopoda); *Oithona nana*; *Oithona oswaldocruzi*; *Oithona* sp.; Ostracoda; *Parvocalanus crassirostris*; *Pseudodiaptomus acutus*; *Temora turbinata*
	Mollusca	Bivalvia (veliger); Gastropoda (veliger)
	Chordata	Appendicularia; Teleostei (ovos)
TÁXON ENCONTRADO NA REDE DE 45 µm	**Ciliophora (Tintininna)**	*Codonaria* sp.; *Codonella* sp.; *Dictyocista* sp.; *Favella ehrenbergii*; *Tintinnopsis campanula*; *Undella* sp.
	Rotifera	*Eutitinnus* sp;; *Filinia opoliensis*; *Keratella* sp_2; *Rotatoria rotatoria*
	Arthropoda	Cirripedia (cypris)
	Chordata	*Oikopleura dioica*
TÁXON ENCONTRADO NA REDE DE 64 µm	**Ciliophora (Tintininna)**	*Favella ehrenbergii*
	Cnidaria	Hydromedusae
	Rotifera	*Brachionus angularis*; *Brachionus patulus*; *Keratella cochlearis*; *Keratella quadrata*
	Arthropoda	*Corycaeus amazonicus*; *Labidocera fluviatilis*; *Microsetella* sp.; *Paracalanus quasimodo*
	Chaetognatha	Chaetognatha

5.5.2 **Riqueza de espécie**

A distribuição da riqueza de espécie do zooplâncton na bacia portuária do Recife apresentou-se com valores oscilantes entre 34, em coletas com rede de 64 µm, e 35, em amostras coletadas com rede de 45 µm, em junho de 2007 (período chuvoso). Durante novembro de 2007 (período de estiagem) a riqueza variou de 26, em coletas com rede de 64 µm, a 33 espécies na rede de 45 µm (Fig. 47). Houve diferença significativa entre os períodos sazonais (p=0,0209) e não houve diferença entre as redes de 45 µm e 64 µm (p=0,2367) (Fig. 52).

A riqueza de espécie do zooplâncton coletada com a rede de plâncton com abertura de malha de 45 µm não apresentou variação entre os períodos sazonais (p=0,2454) e entre os ciclos de maré (p=0,0859). Durante junho de 2007 (período chuvoso), a riqueza variou de 19 táxons durante a enchente e 23 na preamar, com média de 27, e em novembro de 2007 (período de estiagem) variou de 17 táxons durante a preamar e 21 na vazante, com média de 19 (Fig. 53).

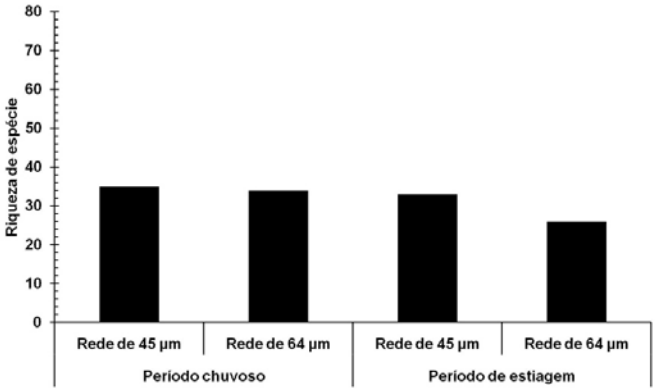

Figura 52 - Variação sazonal da riqueza do zooplâncton registrada com diferentes redes no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Nas amostras coletadas com rede de plâncton com abertura de malha de 64 µm, a riqueza de espécie do zooplâncton não apresentou variação sazonal (p=0,1489), apresentando diferenças significativas entre as marés vazante-enchente (p=0,0376), baixamar-preamar (p=0,0376) e enchente-preamar (p=0,003). Durante junho de 2007 (período chuvoso), a riqueza variou de 10 táxons durante a enchente e 28 na vazante, com média de 35, e novembro de 2007 (período de estiagem) variou de 15 táxon durante a enchente e 20 na baixa-mar, com média de 17 (Fig. 53).

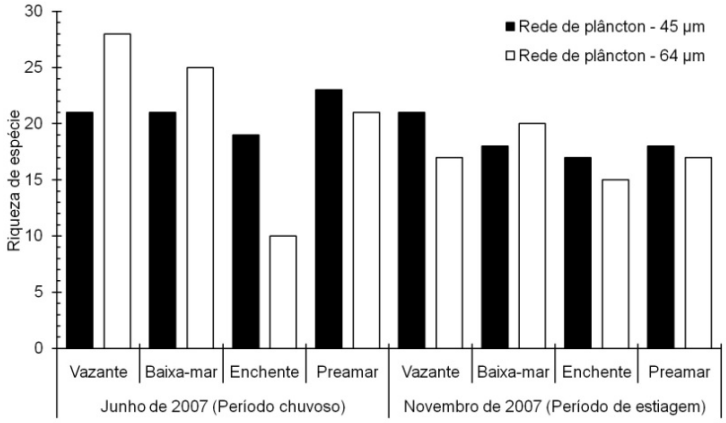

Figura 53 - Variação sazonal da riqueza do zooplâncton registrada com rede de plâncton (45 e 64 µm com abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.5.3 **Caracterização sazonal e entre-maré**

Quanto à distribuição dos táxons nos dois períodos anuais, constatou-se que junho de 2007 (período chuvoso) ocorreram 48 táxons, com a predominância do filo Arthropoda com 15 táxons, 14 Rotifera, nove Ciliophora, três Chordata, dois Mollusca e outros filos englobando um grupo de “outros”. Em novembro de 2007

(período de estiagem) ocorreram 35 táxons, representados por Arthropoda com 13 táxons, oito Rotifera, sete Ciliophora, dois Chordata, dois Mollusca e outros filos englobando um grupo de "outros". Entretanto, entre os táxons identificados, 16 foram específicos de junho de 2007 (período chuvoso) e quatro só ocorreram em novembro de 2007 (período de estiagem) (Tab. 13).

Tabela 13 – Táxons zooplanctônicos que ocorreram no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), especificamente durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

FILO	PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM
Ciliophora	*Dictyocysta* sp., *Tintinnopsis campanula*	
Cnidaria	Hydromedusae	
Rotifera	*Brachionus angularis*, *Brachionus patulus*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Keratella* sp_1, *Keratella* sp_2	
Arthropoda	Cirripedia (cypris), *Corycaeus amazonicus*, Micronisciidae (larva de Isopoda), *Oithona nana*, *Oithona oswaldocruzi*	*Acartia lilljibori*, *Labidocera fluviatilis*, *Microsetella* sp., *Pseudodiaptomus acutus*
Chaetognatha	Chaetognatha	
Chordata	*Oikopleura dioica*	

Analisando o número de táxons, nos diferentes regimes de marés, não apresentou diferença significativa entre as marés (p=0,8208), e observou-se que o filo Arthropoda foi maior nas marés vazante, baixa-mar e preamar, enquanto os Rotifera apresentaram maior incremento durante as marés vazante e baixa-mar (Tab. 14).

Tabela 14 - Variação do número de táxons dos filos zooplanctônicos no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

FILO/ MARÉ	VAZANTE	BAIXA-MAR	ENCHENTE	PREAMAR
Ciliophora	7	8	7	7
Cnidaria	-	-	-	1
Granuloreticulosa	1	1	1	1
Rotifera	10	11	4	5
Nematoda	1	1	-	1
Annelida	1	1	1	1
Mollusca	2	2	2	2
Arthropoda	16	14	10	14
Chaetognatha	1	-	-	-
Chordata	2	-	1	2
Total	**41**	**38**	**26**	**34**

Quanto à riqueza dos filos zooplanctônicos foram evidenciados diferenças significativas entre: Ciliophora-Cnidaria (p=0,0023), Ciliophora-Granuloreticulosa (p=0,0397), Ciliophora-Annelida (p=0,0397), Ciliophora-Chaetognatha (p=0,0023), Ciliophora-Nematoda (p=0,0169), Cnidaria-Rotifera (p=0,0019), Cnidaria-Mollusca (p=0,0273), Cnidaria-Arthropoda (p=0,0002), Granuloreticulosa-Rotifera (p=0,0356), Granuloreticulosa-Arthropoda (p=0,0062), Rotifera-Nematoda (p=0,0149), Rotifera-Annelida (p=0,0356), Rotifera-Chaetognatha (p=0,0019), Nematoda-Arthropoda (p=0,0004) e Annelida-Arthropoda (p=0,0062).

5.5.4 **Característica ecológica**

Quanto a permanência no plâncton, os organismos holoplanctônicos predominaram com 78% dos táxons identificados, seguido das formas meroplactônicas, ou seja os filos de organismos invertebrados que apresentam estágios larvais planctônicos, com 15% e os organismos e os táxons holo-/meroplanctônico constituiu 7% da comunidade. Em relação ao hábito, os organismos planctônicos dominaram com 90% da comunidade e ao habitat, os táxons verdadeiramente marinhos foram registrados com 26% e estuarinos com 15% (Tab. 15).

Tabela 15 – Características ecológicas dos organismos zooplanctônicos encontrados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Táxon	Tempo de permanência no plâncton	Hábito	Habitat	Táxon	Tempo de permanência no plâncton	Hábito	Habitat
CILIOPHORA				NEMATODA	H / Mer	Pl, Tico	E, Mar
Condonaria sp.	H	Pl	>Mar, <Ág.d	ANNELIDA			
Condonella sp.	H	Pl	>Mar, <Ág.d	Polychaeta (larva Trocofora)	Mer	Pl	E
Condonellopsis sp.	H	Pl	Mar	MOLLUSCA			
Dictyocysta sp.	H	Pl	Mar	Gastropoda (véliger)	Mer	Pl	E
Eutintinnus sp.	H	Pl	Mar	Bivalvia (véliger)	Mer	Pl	E
Favella ehrenbergii	H	Pl	Mar, Eur	ARTHROPODA			
Leprotintinnus nordqvistii	H	Pl	>Mar, <Ág.d	*Acartia lilljeborgi*	H	Pl	E, N
Tintinnopsis aperta	H	Pl	>Mar, <Ág.d	Brachyura (zoea)	Mer	Pl	E
Tintinnopsis campanula	H	Pl	>Mar, <Ág.d	Cirripedia (cypris)	Mer	Pl	
Tintinnopsis nordquisti	H	Pl	>Mar, <Ág.d	Cirripedia (náuplios)	Mer	Pl	
Tintinnopsis sp.	H	Pl	>Mar, <Ág.d	Copepoda (copepodito e adulto)	H / Mer	Pl, Tico	
Undella sp.	H	Pl	Mar	*Corycaeus amazonicus*	H	Pl	E, N
CNIDARIA				Crustacea (náuplios)	Mer	Pl	E
Hydromedusae	H / Mer	Pl	E	*Euterpina acutifrons*	H	Pl	N
GRANULORETICULOSA				*Labidocera fluviatilis*	H	Pl	N
Foraminifera	H / Mer	Pl, Tico	Mar	Micronisciidae (larva)	Mer	Pl	E
ROTIFERA				*Microsetella* sp.	H	Pl	N
Brachionus angularis	H	Pl	Ág.d, E	*Oithona hebes*	H	Pl	E, N
Brachionus falcatus	H	Pl	Ág.d, E, N	*Oithona nana*	H	Pl	E, N
Brachionus havanaensis	H	Pl	Ág.d, E	*Oithona oculata*	H	Pl	E, N
Brachionus patulus	H	Tico	Ág.d, E, N	*Oithona oswaldocruzi*	H	Pl	E, N
Brachionus plicatilis	H	Pl	E, Mar	*Oithona* sp.	H	Pl	E, N
Brachionus sp.	H	Pl	Ág.d, E, Mar	Ostracoda	H	>Tico	Ág.d, Mar
Filinia opoliensis	H	Pl	Ág.d, E	*Paracalanus indicus*	H	Pl	N
Keratella americana	H	Pl	Ág.d, Mar	*Paracalanus quasimodo*	H	Pl	N
Keratella cochlearis	H	Pl	Ág.d, Mar	*Parvocalanus crassirostris*	H	Pl	E, N
Keratella quadrata	H	Pl	Ág.d, Mar	*Pseudodiaptomus acutus*	H	Pl	E
Keratella sp_1	H	Pl	Ág.d, Mar	*Temora turbinata*	H	Pl	Mar
Keratella sp_2	H	Pl	Ág.d, Mar	CHAETOGNATHA	H	Pl	Mar
Lecane sp.	H	>Tico	<Ág.d, E	CHORDATA			
Rotaria rotatoria	H	Pl	E, Mar	*Oikopleura dioica*	H	Pl	N
Rotaria sp.	H	Pl	E, Mar	Teleostei (ovos)	Mer	Pl	

Nota: Sinais convencionais utilizados:
>: maioria; **<**: minoria; **H**: organismo holoplanctônico; **Mer**: organismo meroplanctônico; **Pl**: organismo planctônico; **Tico**: organismo ticoplanctônico; **Eur**: eurialino; **Ág.d:** água doce; **E**: Estuarino; **N**: nerítico; **O**: oceânico; **Mar**: marinho.

5.5.5 **Frequência de ocorrência**

Quanto à frequência de ocorrência, observou-se que as espécies não apresentaram uma distribuição homogênea, com o registro de nove táxons considerados Muito Frequentes, representados por um Granuloreticulosa

(Foraminifera), dois Rotifera (*Brachionus plicatilis* e *Brachionus* sp.), um Annelida (Larva Trocophora), um Mollusca (Véliger de Gastropoda) e quatro Arthropoda (Nauplios de Cirripedia e Crustacea, Copepodito e adulto de Copepoda e *Euterpina acutifrons*) (Tab. 16).

Doze táxons foram considerados Frequentes, representados por quatro Ciliophora, um Rotifera, um Mollusca, cinco Arthropoda e um Chordatha. Dentre os 19 táxons considerados Pouco Frequentes, quatro foram incluídos entre os Ciliophora, sete Rotifera, um Nematoda, seis Arthropoda e um Chordata. Entre os doze táxons Esporádicos, um Ciliophora, um Cnidaria, quatro Rotifera, quatro Arthropoda, um Chaetognatha e um Chordata (Tab. 16).

Tabela 16 - Frequência de ocorrência dos táxons zooplanctônicos identificados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

CATEGORIA	%	TÁXON
MUITO FREQUENTE	17	**Granuloreticulosa:** Foraminífera **Rotifera:** *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp. **Annelida:** Polychaeta (larva Trocophora) **Mollusca:** Gastropoda (véliger) **Arthropoda:** Cirripedia (náuplios), Copepoda (copepodito e adulto), Crustacea (náuplios), *Euterpina acutifrons*
FREQUENTE	23	**Ciliophora:** *Codonellopsis* sp., *Favella ehrenbergii, Tintinnopsis nordquisti, Tintinnopsis* sp. **Rotifera:** *Rotatoria* sp. **Mollusca:** Bivalvia (véliger) **Arthropoda:** *Acartia lilljeborgi, Oithona nana, Oithona* sp., Ostracoda, *Parvocalanus crassirostris* **Chordata:** Appendicularia
POUCO FREQUENTE	37	**Ciliophora:** *Codonaria* sp., *Codonella* sp., *Dictyocista* sp., *Undella* sp. **Rotifera:** *Eutintinnus* sp., *Filinia opoliensis*, *Keratella americana*, *Keratella quadrata, Keratella* sp_1, *Lecane* sp., *Rotaria rotatoria* **Nematoda:** Nematoda **Arthropoda:** Brachyura (zoea), Micronisidae (larva de Isopoda), *Oithona oswaldocruzi, Paracalanus quasimodo, Pseudodiaptomus acutus, Temora turbinata* **Chordata:** Teleostei (ovos)
ESPORÁDICA	23	**Ciliophora:** *Tintinnopsis campanula* **Cnidaria:** Hydromedusae **Rotifera:** *Brachionus angularis, Brachionus patulus, Keratella cochlearis, Keratella* sp_2 **Arthropoda:** Cirripedia (cypris), *Corycaeus amazonicus, Labidocera fluviatilis, Microsetella* sp. **Chaetognatha:** Chaetognatha **Chordata:** *Oikopleura dioica*

5.5.6 **Abundância relativa**

Os táxons zooplanctônicos mais representativos em abundância relativa (%) identificados na bacia portuária do Recife durante o período de estudo estão apresentados nas tabelas 17 e 18.

Apenas Crustacea (náuplios), foi considerado dominante durante o período de estiagem, tendo atingido um percentual de 74,11% na maré enchente, de 60,40% na

preamar presentes na rede com malha de 45 µm e de 73,27% na maré enchente na coleta com rede de malha de 64 µm.

Os táxons coletados com a rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha considerados como abundantes foram: *Codonella* sp., *Dictyocista* sp., *Tintinnopsis campanula*, *Tintinnopsis nordquisti*, *Tintinnopsis* sp., Foraminifera, *Brachionus plicatilis*, *Brachionus* sp., *Favella ehrenbergii*, *Filinia opoliensis*, *Keratella americana*, *Rotatoria* sp., Polychaeta (larva Trocophora), Bivalvia (véliger), Gastropoda (véliger), *Acartia lilljebori*, Brachyura (zoea), Cirripedia (náuplios), Copepoda (copepodito e adulto), Crustacea (náuplios), *Oithona* sp., Ostracoda, *Pseudodiaptomus acutus*), e Appendicularia.

Na rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, as espécies abundantes foram: *Favella ehrenbergii, Tintinnopsis* sp., Foraminifera, *Brachionus plicatilis, Brachionus* sp., Polychaeta (larva Trocophora), Bivalvia (véliger), Gastropoda (véliger), Cirripedia (náuplios), Copepoda (copepodito e adulto), Crustacea (náuplios), *Euterpina acutifrons*, *Oithona* sp., *Parvocalanus crassirostris*), e Appendicularia.

Tabela 17 – Abundância relativa dos táxons zooplanctônicos dominantes e abundantes registrados na rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil).

PERÍODO	JUNHO DE 2007 (PERÍODO CHUVOSO)				NOVEMBRO DE 2007 (PERÍODO DE ESTIAGEM)			
TÁXON MARÉ	**VZ**	**BM**	**EN**	**PM**	**VZ**	**BM**	**EN**	**PM**
CILIOPHORA (Doflein)								
Codonella sp.	**14,55***	1,66	0,65	0,86	**13,26***	0,00	0,00	0,00
Dictyocista sp.	**17,37***	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tintinnopsis campanula	0,00	0,00	0,00	**7,25***	0,00	0,00	0,00	0,00
Tintinnopsis nordquisti	1,62	0,22	0,65	**12,56***	0,76	0,03	0,00	0,00
Tintinnopsis sp.	**6,06***	1,21	**3,59***	**10,27***	0,00	0,00	**9,65***	**22,54***
GRANULORETICULOSA								
Foraminifera	**10,91***	0,45	0,16	0,80	0,00	0,15	0,04	0,14
ROTIFERA								
Brachionus plicatilis	1,21	**5,12***	**9,97***	0,11	0,38	**6,48***	0,46	0,09
Brachionus sp.	0,40	**3,64***	**7,52***	0,29	1,14	1,31	0,07	0,05
Favella ehrenbergii	**5,25***	**2,47***	**3,10***	0,51	0,00	0,95	1,30	0,80
Filinia opoliensis	0,20	0,00	0,00	0,00	**3,41***	0,00	0,00	0,14
Keratella americana	0,00	0,00	0,00	0,00	**21,21***	0,03	0,00	0,00
Rotatoria sp.	0,20	**5,16**	1,14	0,00	0,76	0,18	0,00	0,00
ANNELIDA Lamarck, 1809								
Polychaeta (larva Trocophora)	**2,42***	**28,20***	**8,82***	**7,64***	0,00	**8,78***	**3,19***	**7,50***
MOLLUSCA Cuvier, 1795								
Bivalvia (véliger)	0,40	0,00	0,16	0,23	0,00	0,00	2,14	**3,21***
Gastropoda (véliger)	**25,66***	**38,93***	**12,09***	**4,56***	**8,33***	0,15	0,18	0,42
ARTHROPODA								
Acartia lilljebori	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,65***	0,21	0,07	0,00
Brachyura (zoea)	0,20	0,00	0,00	0,00	**4,92***	0,06	0,00	0,00
Cirripedia (náuplios)	0,00	0,00	0,65	0,86	**25,00***	**15,08***	0,95	0,42
Copepoda (copepodito e adulto)	0,61	0,54	0,65	2,17	1,89	**5,69***	**2,39***	0,61
Crustacea (náuplios)	**10,30***	**10,78***	**48,37***	**49,77***	0,00	**46,79***	**74,11****	**60,40****
Oithona sp.	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	**13,67***	**4,00**	0,52
Ostracoda	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,65***	0,06	0,04	0,00
Pseudodiaptomus acutus	0,00	0,00	0,00	0,00	**4,92***	0,00	0,00	0,09
CHORDATA								
Appendicularia	0,00	0,00	0,00	0,06	0,38	0,00	0,91	**2,40***
MÉDIA GERAL	**2,38**	**2,39**	**2,38**	**2,38**	**2,38**	**2,39**	**2,39**	**2,39**

Nota: Sinais convencionais utilizados:

VZ: Maré vazante; **BM**: baixa-mar; **EN**: Maré enchente; **PM**: Preamar; *: Espécie considerada abundante; **: Espécie considerada dominante.

Tabela 18 – Abundância relativa dos táxons zooplanctônicos dominantes e abundantes registrados na rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

PERÍODO	JUNHO DE 2007 (PERÍODO CHUVOSO)				NOVEMBRO DE 2007 (PERÍODO DE ESTIAGEM)			
TÁXON MARÉ	**VZ**	**BM**	**EN**	**PM**	**VZ**	**BM**	**EN**	**PM**
CILIOPHORA (Doflein)								
Favella ehrenbergii	**16,52***	**2,68***	**11,03***	1,17	**3,47***	1,52	**3,16***	**7,95***
Tintinnopsis sp.	**17,26***	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**6,42***
GRANULORETICULOSA								
Foraminifera	1,36	0,04	0,00	0,15	**7,92***	0,13	0,00	0,76
ROTIFERA								
Brachionus plicatilis	1,60	**5,02***	**15,17***	0,88	1,98	**6,82***	0,83	1,07
Brachionus sp.	1,60	**4,84***	**29,66***	1,46	0,00	**2,54***	0,32	0,00
ANNELIDA Lamarck, 1809								
Polychaeta (larva Trocophora)	2,10	**16,24***	**6,90***	**6,59***	**8,91***	**8,87***	**3,19***	**12,08***
MOLLUSCA Cuvier, 1795								
Bivalvia (véliger)	0,74	**29,24***	0,00	0,00	**8,42***	0,95	0,26	**11,62***
Gastropoda (véliger)	**17,88***	**29,24***	0,00	**22,25***	**3,47***	0,44	0,35	**7,03***
ARTHROPODA								
Cirripedia (náuplios)	0,25	0,04	0,69	2,05	**5,94***	**20,89***	1,44	1,53
Copepoda (copepodito e adulto)	1,23	1,28	0,69	**9,08***	0,99	**3,62***	**5,01***	**5,20***
Crustacea (náuplios)	**17,26***	**8,31***	**33,79***	**49,19***	**43,07***	**32,93***	**73,27****	**22,17***
Euterpina acutifrons	**4,81***	0,34	0,69	0,29	**2,97***	0,26	0,48	1,83
Oithona sp.	0,62	0,11	0,00	0,00	**3,96***	**19,89***	**10,70***	**8,10***
Parvocalanus crassirostris	**6,29***	0,00	0,00	2,05	**4,46***	0,26	0,61	**4,43***
CHORDATA								
Appendicularia	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,10	**9,02***
MÉDIA GERAL	**2,44**	**2,44**	**2,44**	**2,44**	**2,44**	**2,44**	**2,44**	**2,44**

Nota: Sinais convencionais utilizados:
VZ: Maré vazante; **BM**: baixa-mar; **EN**: Maré enchente; **PM**: Preamar; *: Espécie considerada abundante; **: Espécie considerada dominante.

5.5.7 **Diversidade específica**

Quanto à diversidade especifica na bacia portuária do Recife foi referida apenas a ordem Copepoda e não houve diferença significativa entre as marés (p=0,2820), as redes (p=0,7130), e os períodos estudados (p=0,0829). A diversidade específica na área apresentou-se alta a muito baixa, e os valores considerados baixos foram registrados nas amostras coletadas em novembro de 2007 (período de estiagem) independente de rede (Fig. 54).

Na rede de 45 µm a diversidade específica variou de 0,79 bits.cel^{-1} na preamar em novembro de 2007 (período de estiagem) a 2,91 bits.cel^{-1} na baixa-mar em junho de 2007 (período chuvoso) (Fig. 54). A diversidade especifica das amostras da rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha, não apresentou diferença significativa na variação sazonal (p=0,1489) e entre os ciclos de marés (p=0,1999).

Na rede de 64 µm a diversidade específica variou de 1,58 bits.cel^{-1} na maré enchente em novembro de 2007 (período de estiagem) a 3,01 bits.cel^{-1} na preamar em junho de 2007 (período chuvoso) (Fig. 54). Os resultados de diversidade específica das amostras coletadas com rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, não apresentou uma variação sazonal (p=0,2482) e houve diferença

significativa entre os ciclos de marés vazante-enchente (p=0,0075) e enchente-preamar (p=0,0175).

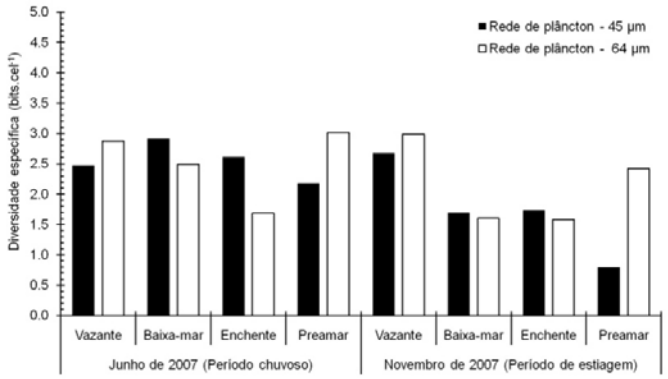

Figura 54 – Variação da diversidade especifica do zooplâncton coletado com rede plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.5.8 **Equitabilidade**

Analisando a equitabilidade na bacia portuária do Recife não foram registradas diferenças significativas entre os ciclos de marés (p=0,1001), os períodos (p=0,102) e as redes de plâncton com 45 e 64 µm de abertura de malha (p=0,268). A maioria dos resultados de equitabilidade foram altos apresentando valores acima de 0,50, demonstrando uma distribuição uniforme das espécies (Fig. 55).

Na rede de 45 µm a equitabilidade variou de 0,23 na preamar em novembro de 2007 (período de estiagem) a 0,73 na baixa-mar e enchente em junho de 2007 (período chuvoso) (Fig. 55). Os resultados de equitabilidade das amostras coletadas com rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha, apresentaram uma variação sazonal (p=0,0433) e não houve diferença significativa entre os ciclos de marés (p=0,27).

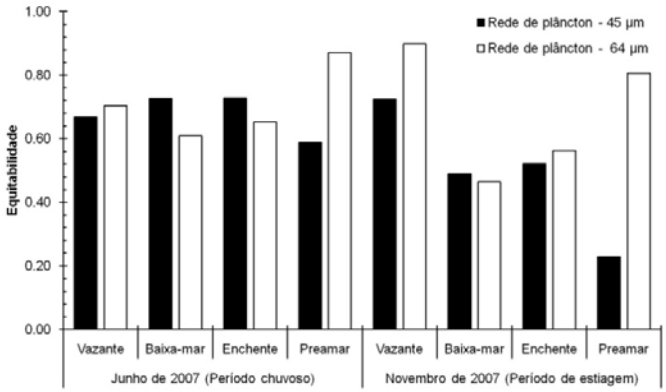

Figura 55 – Variação da equitabilidade do zooplâncton coletado com rede de plâncton (45 e 64 µm de abertura de malha) no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Na rede de 64 µm a equitabilidade variou de 0,46 na baixa-mar a 0,90 na maré vazante em novembro de 2007 (período de estiagem) (Fig. 55). As amostras coletadas com de plâncton com 64 µm de abertura de malha, não apresentaram uma variação sazonal (p=0,9993) e houve diferença significativa entre os ciclos de marés vazante-enchente (p=0,0116), vazante-preamar (p=0,0048) e baixa-mar-preamar (p=0,0259).

5.5.9 **Analise quantitativa do zooplâncton**

O zooplâncton apresentou densidades totais entre 429 ind.m^{-3} na maré enchente em junho de 2007 (período chuvoso) a 13.408 ind.m^{-3} na baixa-mar de novembro de 2007 (período de estiagem) ambos na rede de 64 µm, com maiores concentrações de indivíduos registrados durante novembro de 2007 (período de estiagem) (Fig. 56; 57; 58; 59; 60). Não houve diferença significativa quanto às redes (p=0,9991) e período sazonal (p=0,2936), porém foram encontradas diferenças significativas entre os ciclos de marés vazante-baixa-mar (p=0,0048).

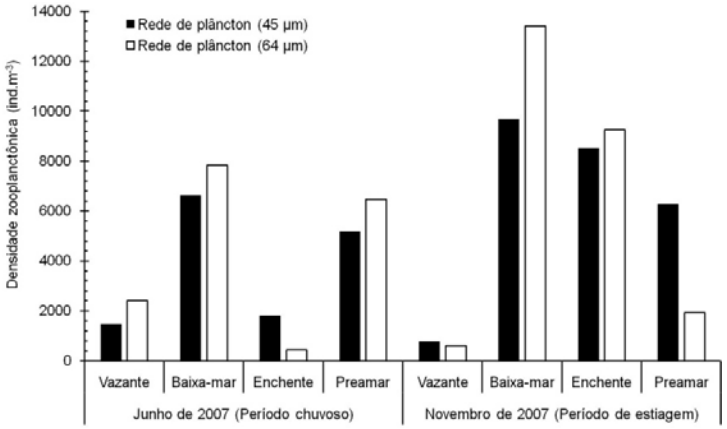

Figura 56 – Densidade total dos filos registrados no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

Em novembro de 2007 (período de estiagem) os maiores valores de densidade estiveram presentes na baixa-mar tanto na rede de 45 µm (9.694 ind.m^{-3}) como na de 64 µm (13.408 ind.m^{-3}) coincidentemente em junho de 2007 (período chuvoso) 6.618 ind.m^{-3} na rede de 45 µm e 7.828 ind.m^{-3} na de 64 µm (Fig. 56; 57; 58; 59; 60).

Na rede de 45 µm os valores de densidade não apresentaram variação sazonal (p=0,3865) e houve diferença significativa entre os ciclos de marés vazante-baixa-mar (p=0,0011) e vazante-enchente (p=0,037) (Fig. 57; 58).

Os resultados da densidade total do zooplâncton das amostras coletadas com rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha, não apresentaram diferença significativa na variação sazonal (p=0,0925) e entre os ciclos de marés (p=0,5637) (Fig. 59; 60).

Quanto à contribuição quantitativa dos principais filos do zooplâncton, observou-se que Ciliophora, Rotifera, e Arthropoda estiveram presentes em todas as fases de marés e nas duas redes (45 e 64 µm), Mollusca foi registrado na malha de 45 µm e Annelida foi registrado na malha de 64 µm durante todo o período estudado (Fig. 57; 58; 59; 60).

O Filo Arthropoda caracterizou, principalmente, o mês de novembro de 2007 (período de estiagem) pela elevação do número de ind.m^{-3} nas duas redes (45 e 64 µm). Em junho de 2007 (período chuvoso) houve registro máximo de 4.206 ind.m^{-3} na preamar e no período de estiagem foi 10.542 ind.m^{-3} na baixa-mar (Fig. 57; 58; 59; 60).

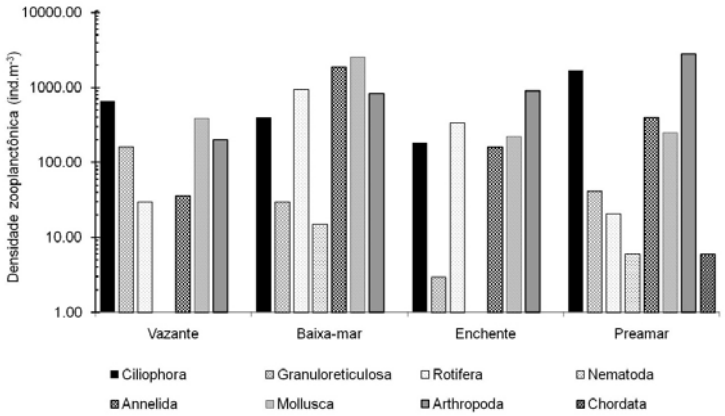

Figura 57 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso).

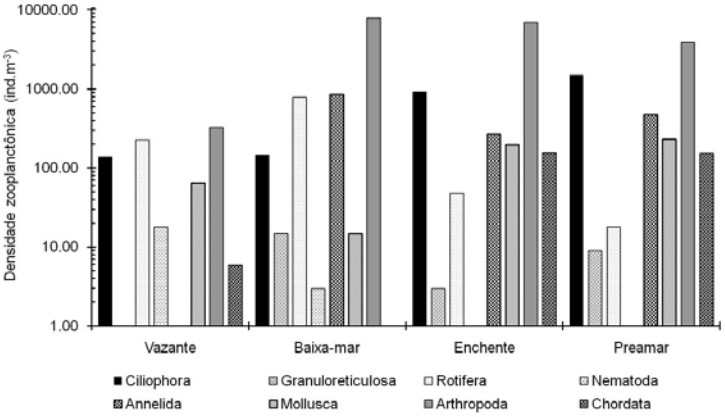

Figura 58 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 45 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante novembro de 2007 (período de estiagem).

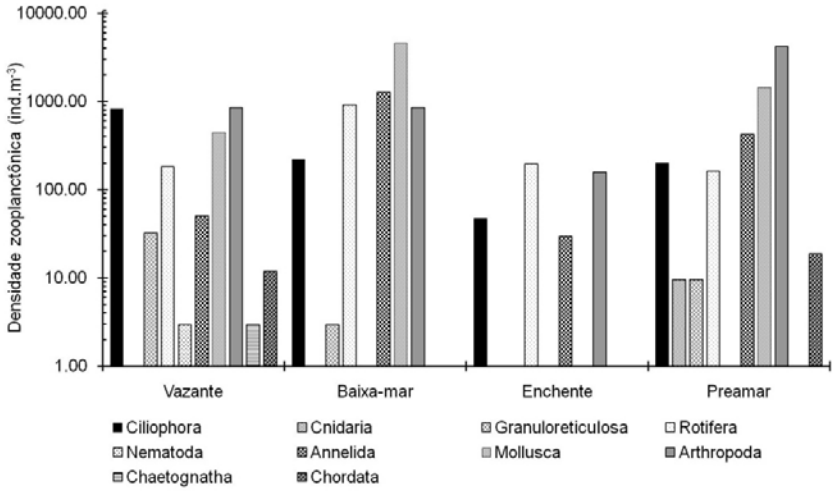

Figura 59 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

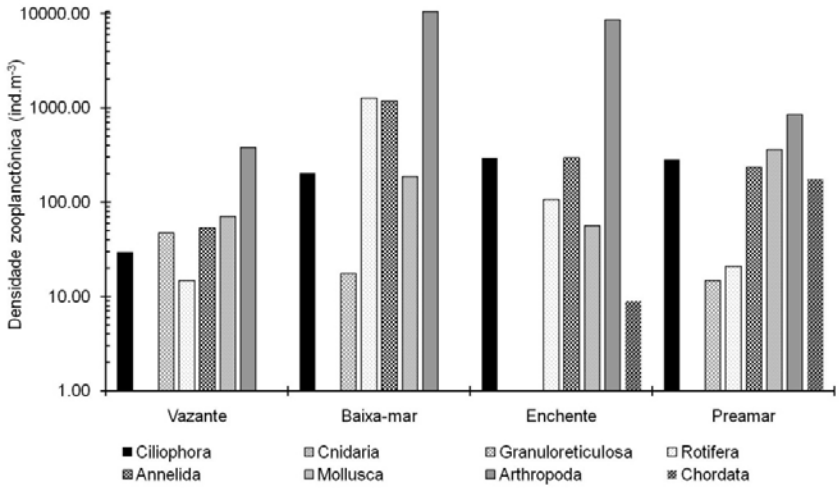

Figura 60 – Densidade dos filos zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com 64 µm de abertura de malha no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante novembro de 2007 (período de estiagem).

O Filo Mollusca representou, em termos quantitativos, o segundo filo mais importante do zooplâncton, caracterizou o mês de junho de 2007 (período chuvoso) com a elevação do número de ind.m^{-3} em ambas as redes de plâncton, com registro máximo de 4.578 ind.m^{-3} na baixa-mar durante junho de 2007 (período chuvoso).

O Filo Annelida, também, caracterizou junho de 2007 (período chuvoso) em ambas as redes, com valores elevados durante as baixa-mares, com máximo de 4.578 ind.m^{-3} na rede de 45 µm.

Os Ciliophora demonstraram preferência por junho de 2007 (período chuvoso), com o valor mais elevado de 1.691 ind.m^{-3} coletado com a rede de 45 µm durante a preamar e 822 ind.m^{-3} coletado com a rede de 64 µm na vazante.

Os Rotifera obtiveram registro máximo de 1.269 ind.m^{-3} na baixa-mar durante novembro de 2007 (período de estiagem).

Os outros filos contribuíram pouco para a densidade dos organismos zooplanctônicos na bacia portuária do Recife.

5.5.9 **Associação dos táxons**

A associação dos táxons do zooplâncton coletado com rede de plâncton com malha de 45 µm apresentou três grupos. O grupo 1 é formado na sua maioria por espécies de origem limnética, algumas indicadoras de poluição orgânica; o grupo 2 é formado na maioria por espécies estuarinas; e o grupo 3 é constituído na maioria por espécies de origem marinha (Fig. 61).

Quanto à associação dos táxons do zooplâncton coletado com rede de plâncton com malha de 64 µm formou 2 grupos. O grupo 1 contendo a maioria das espécies identificadas é formado por espécies estuarinas com algumas espécies de origem limnética e indicadoras de poluição orgânica. O grupo 2 é formado por espécies de origem marinha (Fig. 62).

Desta forma, as associações mostram a grande influência das marés na estruturação das comunidades zooplanctônicas do estuário presentemente estudado.

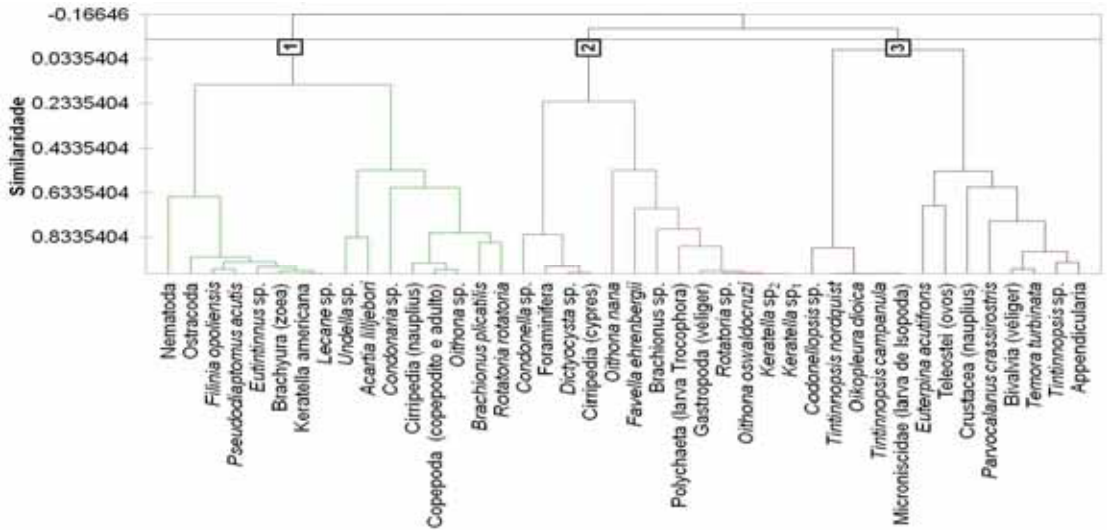

Figura 61 – Dendrograma da associação dos táxons zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 45 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

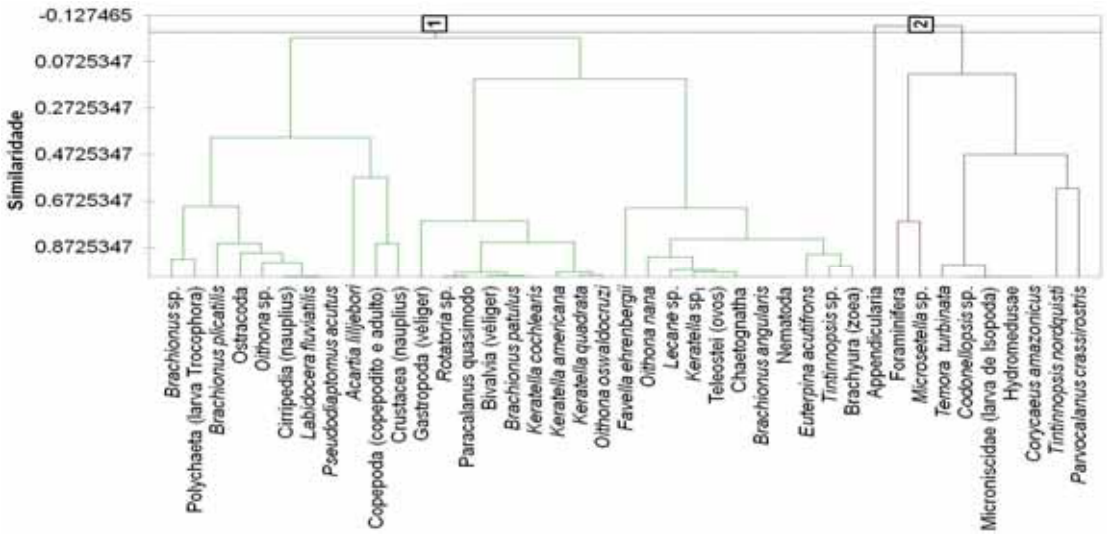

Figura 62 – Dendrograma da associação dos táxons zooplanctônicos coletados com a rede de plâncton com malha de 64 µm no ponto de coleta 2 na bacia portuária do Recife (Pernambuco – Brasil), durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

5.6 TESTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON

Foram observadas 144 correlações momento-produto de Pearson entre as 34 variáveis físicos, químicas e biológicas. As correlações que foram mais significativas por possuir $p<0,000$ e explicativas, $r^2>0,900$ (Tab. 19).

Destacam-se as correlações: o silicato esteve correlacionada negativamente com o pH e insolação, evaporação, velocidade do vento, e positivamente com a precipitação pluviométrica; a equitabilidade do fitoplâncton (rede de 45 µm) teve correlação negativa com a insolação. A transparência da água apresentou correlação positiva com a temperatura da água; o oxigênio dissolvido da água ($mg.L^{-1}$) com o oxigênio dissolvido (%); a diversidade especifica do fitoplâncton (rede de 45 µm) com a equitabilidade do fitoplâncton (rede de 64 µm); a diversidade especifica do zooplâncton (rede de 45 µm) com a equitabilidade do zooplâncton (rede de 45 µm) (Tab. 19).

Tabela 19 - Correlações momento-produto de Pearson, diferença significativa e coeficiente de determinações mais altas ($r^2 > 0,8$) das variáveis bióticas e abióticas na bacia portuária do Recife (Pernambuco - Brasil),durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem).

PARÂMETROS			CORRELAÇÃO PEARSON	p	r^2
Disco de Secchi	X	Coeficiente de extinção da luz	-0,912	0,002	0,832
Disco de Secchi	X	Temperatura da água	0,969	<0,0001	0,939
Potencial hidrogeniônico	X	Silicato	-0,976	<0,0001	0,952
Potencial hidrogeniônico	X	Temperatura do ar	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Insolação	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Evaporação	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Velocidade do vento	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Precipitação pluviométrica	-0,951	0,000	0,904

Continua...

Tabela 19 - Correlações momento-produto de Pearson, diferença significativa e coeficiente de determinações mais altas ($r^2 > 0,8$) das variáveis bióticas e abióticas na bacia portuária do Recife (Pernambuco - Brasil),durante junho de 2007 (período chuvoso) e novembro de 2007 (período de estiagem). Continuação.

Material particulado em suspensão	X	Biomassa da amostra (rede de 64 µm)	0,948	0,000	0,898
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Oxigênio dissolvido (%)	0,999	<0,0001	0,998
Silicato	X	Insolação	-0,987	<0,0001	0,973
Silicato	X	Evaporação	-0,987	<0,0001	0,973
Silicato	X	Velocidade do vento	-0,987	<0,0001	0,973
Silicato	X	Precipitação pluviométrica	0,987	<0,0001	0,973
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0,859	0,001	0,839
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0,866	<0,0001	0,943
Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 45 µm)	0,987	<0,0001	0,943
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Temperatura do ar	-0,719	0,001	0,868
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Insolação	-0,719	<0,0001	0,975
Insolação	X	Evaporação	1,000	<0,0001	1,000
Insolação	X	Velocidade do vento	1,000	<0,0001	1,000
Insolação	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	<0,0001	1,000
Evaporação	X	Velocidade do vento	1,000	<0,0001	1,000
Evaporação	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	<0,0001	1,000
Velocidade do vento	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	<0,0001	1,000

6 **DISCUSSÃO**

6.1 QUALIDADE DAS ÁGUAS

As atividades portuárias estão na origem de amplas transformações dos ambientes regionais, e carregam constantemente vasto potencial de impactos. As dragagens e a disposição dos materiais dragados somam-se neste rol a acidentes ambientais com derramamento de produtos; geração de resíduos sólidos; contaminações por lavagens de embarcações e drenagens de instalações; introdução de organismos exóticos nocivos embarcados em outras partes do Planeta, nas águas de lastro dos navios; e lançamento de efluentes líquidos e gasosos (CUNHA, 2006a; 2006b)

As instalações portuárias acarretam alterações na dinâmica costeira, induzindo processos erosivos e alterações na linha de costa a partir da supressão de manguezais e outros ecossistemas costeiros como os estuários, aterros e dragagens; alterações na paisagem; e comprometimento de outros usos dos recursos ambientais, como turismo, pesca ou transporte local (PORTO; TEIXEIRA, 2002).

No caso dos estuários por serem ambientes muito dinâmicos, os mecanismos de mistura da água doce e oceânica, sentido e velocidade das correntes de maré e a batimetria, juntamente com os fatores climatológicos, contribuem para a variabilidade das condições físicas, químicas e biológicas (McLUSKY, 1989; DUXBURY; DUXBURY, 1996).

A Bacia Portuária do Recife, localizada em uma área estuarina, é um ambiente dinâmico do ponto de vista hidrográfico e desempenha papel ecológico importante como exportadora de nutrientes e matéria orgânica para águas costeiras adjacentes (DELGADO NORIEGA, 2010), *habitats* vitais para espécies de importância comercial, além de gerar bens e serviços para as comunidades locais.

A dinâmica da maré interfere em diversos fatores ambientais, como também, na comunidade biológica pelágica existente nos estuários, tornando-se notável os fluxos entre o sistema estuarino e o oceano adjacente (GAMMEIRO *et al.*, 2000; SNOW; ADAMS; BATE, 2000; FACCA; SFRISO; SOCAL, 2002; PERISSINOTTO; NOZAIS; KIBIRIGE, 2002; PHLIPS; BADYLAK; GROSSKOPF, 2002).

Na bacia portuária do Recife a condição de maré (vazante, baixa-mar, enchente e preamar) tem influência nos parâmetros analisados, principalmente durante a vazante que proporciona altas concentrações de material particulado em suspensão, demanda bioquímica do oxigênio, amônia, nitrito, nitrato e fosfato e na preamar com elevados valores de salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio e clorofila *a* (fração do microplâncton).

Em outros estuários de Pernambuco esta influência direta das marés é mencionada, durante as baixa-mares com um aumento na concentração dos nutrientes, na produtividade primária e na taxa de assimilação e durante as preamares ocorrem elevadas taxas de saturação do oxigênio dissolvido, da transparência da água, salinidade e pH (FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA, 1999; HONORATO DA SILVA, 2009).

Estas variações da qualidade das águas são também condicionadas pelas oscilações climáticas. Muitos estudos têm referenciado a precipitação pluviométrica como controlador da distribuição e abundância do fitoplâncton, do padrão sazonal em águas costeiras, influenciando desta maneira outras variáveis abióticas (HUISMAN; WEISSING, 1999; FACCA; SFRISO; SOCAL, 2002).

Em regiões tropicais, como o Brasil, a precipitação pluviométrica é considerada como a variável ambiental que apresenta maior diferença de intensidade ao longo do ano. Nestes locais distinguem-se basicamente dois períodos: um período de estiagem e outro marcado pela abundância de chuvas (período chuvoso).

A precipitação pluviométrica tem marcada importância neste estudo, em que a transparência da água, o coeficiente de extinção da luz, o pH, a temperatura da água, o oxigênio dissolvido, a taxa de saturação do oxigênio e os nutrientes (amônia e silicato) apresentam variações sazonais significativas. Enquanto que, o material particulado em suspensão, a salinidade, os nutrientes (nitrito, nitrato e fosfato), a clorofila *a* (fração microplâncton e total) e a carga orgânica (DBO_5) não apresentam diferenças significativas entre os períodos do ano.

As chuvas contribuem para os menores valores do desaparecimento do disco de Secchi, em junho de 2007 (período chuvoso), devido a sua força de lixiviação ao longo dos rios carreando nas marés vazantes uma maior concentração de material em suspensão presente no estuário, incluindo DBO e nutriente (nitrogenados e fosfatados). Em novembro de 2007 (período de estiagem) os maiores valores de

profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, maiores teores de salinidade e menores valores do coeficiente de extinção de luz na coluna da água, foi devido ao efeito diluidor presente nas preamares relacionado à entrada da água marinha.

A análise das flutuações diárias da temperatura do ar demonstra oscilações discretas vinculadas à maior ou menor exposição ao sol ao longo do dia, sendo praticamente homogênea, com amplitude térmica em junho de 2007 (período chuvoso) de 2,5 ºC enquanto que em novembro de 2007 (período de estiagem) desce para apenas 1,6º C. Essa diferença da amplitude térmica está relacionada principalmente a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre as características meteorológicas. Isto contribui para que ocorra uma maior evaporação no período de estiagem em comparação ao período chuvoso, como é esperado.

Alguns autores afirmam que o vento é uma das principais forças geradoras de movimento em sistemas costeiros, podendo exercer influência sobre a circulação e estratificação de estuários poucos profundos (GABRIELSON; LUKATELICH, 1985; DEMERES *et al*., 1987; PEDERSEN; CHRISTIANSEN; AUREN, 1995; GEYER, 1997). Fato comprovado na bacia portuária do Recife, pois observa-se uma circulação superficial que pode estar associada ao atrito gerado pelo vento que atinge as máximas velocidades em novembro de 2007 (período de estiagem), fato comumente encontrado em regiões próximas do Equador. Este padrão influencia diretamente na sazonalidade dos valores de transparência da água e dos teores de material particulado em suspensão. Esta constatação corrobora com as observações feitas por Koening *et al*. (1995) e Santiago *et al*. (2010).

A avaliação das características hidrológicas mostra um sistema bastante marcado pelos efeitos da sazonalidade hidroclimática, observando-se essa diferença significativa na transparência da água, coeficiente de extinção da luz, pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, amônia, silicato e clorofila *a* (fração pico-nanofitoplâncton).

A transparência da água é frequentemente submetida a fatores de interferência, sejam de origem natural ou antrópica, evidenciando não existir um padrão típico (STAATS *et al*., 2001). No local, os valores mais expressivos da transparência da coluna d'água está relacionado ao período de estiagem, onde a profundidade de desaparecimento do disco de Secchi chega a atingir 1 m nas marés enchente e preamar, estando relacionada à maior insolação e influência das águas

oceânicas. Observa-se uma diminuição da transparência da água no período chuvoso, que pode ser explicada por contribuição continental e outras fontes de descarga, que geralmente carream grande quantidade de matéria orgânica em suspensão.

Como esclarecido pela correlação de Pearson os parâmetros climatológicos (precipitação pluviométrica, velocidade do vento, evaporação, insolação, temperatura da água), atrelado a pouca profundidade e o intenso hidrodinamismo local diminui a transparência, acarretando uma baixa concentração da biomassa (sestônica e fitoplanctônica) e densidade fitoplanctônica, apesar da área apresentar uma alta riqueza planctônica.

Estes resultados demonstram um padrão encontrado em trabalhos anteriores nos sistemas adjacentes onde os menores valores obtidos pelo disco de Secchi, comprometem consideravelmente tanto a produção primária, clorofila *a* e densidade celular (FEITOSA; PASSAVANTE, 1990; 1991/1993; FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA, 1999; TRAVASSOS; MACÊDO; KOENING, 1991/1993; KOENING *et al.*, 1995).

Bassani (1993) observou no litoral do Espírito Santo o máximo de transparência da água no período de estiagem quando há forte insolação e valor mínimo devido ao aumento de turbidez nas estações próximas ao continente, influenciado pelo escoamento de águas fluviais e pluviais, tráfego marítimo e pela dinâmica natural do sistema.

Vários registros atribuem redução da transparência da água à precipitação pluviométrica devido ao aumento da concentração do material particulado em suspensão (PINHEIRO; FARIAS JÚNIOR, 1987; BASTOS; FEITOSA; MUNIZ, 2005; PAIVA *et al.*, 2006; HONORATO DA SILVA *et al.*, 2009).

Os valores de pH estiveram dentro da faixa alcalina como era esperado, uma vez que oscilaram de 8,17 a 8,69, valores comumente encontrados em estuários tropicais (MOREIRA, 1994; FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA 1999; LOSADA, 2000; REYNALTE-TATAGE *et al.*, 2003; VALENTIM NETO, 2004).

O pH pode ser usado como indicador, pois pode ser consequência da taxa fotossintética que demanda mais dióxido de carbono do que as quantidades que são repostas pela respiração e decomposição, ou seja, o pH está relacionado com a quantidade de matéria orgânica em decomposição, com a concentração de dióxido

de carbono, oxigênio dissolvido, diluição por água de precipitação pluviométrica e composição química da água de drenagem (TUNDISI, 1970; MACÊDO; FLORES MONTES; LINS, 2000). Por outro lado, Sassi e Watanabe (1980) afirmam que o pH varia no meio aquático de acordo com o fluxo e o refluxo das marés, e temperatura, que também estão relacionados às atividades fotossintéticas e a respiração da comunidade aquática, diminuindo com o aumento da concentração de dióxido de carbono na água.

Na bacia portuária do Recife, os valores de pH relacionam diretamente com a transparência da água, temperatura da água e do ar, oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação, insolação, evaporação, velocidade do vento e inversamente com os teores de silicato, diversidade específica e equitabilidade do fitoplâncton (rede de 45 µm).

A temperatura da água possui uma propriedade termodinâmica que apresenta variações no tempo e no espaço vinculadas aos processos advectivos e difusivos e às trocas de calor sensível e latente com a atmosfera, pois estão intimamente ligadas às variações da temperatura do ar (HOGUANE *et al.*, 1999; MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002), no entanto, refletem também as variações da espessura da lâmina d'água e da origem das massas d'água.

Apesar da pequena amplitude térmica (2 ºC) entre o período chuvoso e de estiagem, ocorre uma diferença significativa entre os períodos sazonais. Apresentando uma homogeneidade na coluna d'água, provavelmente, influenciada pela baixa profundidade e pela insolação. A temperatura das massas de água da bacia portuária do Recife é semelhante ao dos estuários do nordeste brasileiro, como rio Pisa Sal - RN (SANTIAGO, 2004), rio Formoso - PE (HONORATO DA SILVA *et al*., 2009), rio Sirinhaém - PE (HONORATO DA SILVA, 2009).

Ambientes com pequenas profundidades, valores elevados de temperatura da água e matéria orgânica, podem contribuir para uma baixa oxigenação da água. Este fato foi observado neste estudo durante a baixa-mar em junho de 2007 (período chuvoso). Em novembro de 2007 (período de estiagem), apesar dos valores mais elevados de temperatura, a concentração de oxigênio dissolvido nas camadas superficiais alcançaram valores acima de 4,04 $ml.L^{-1}$, devido à atividade fotossintética do fitoplâncton.

Na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos, o oxigênio é um importante indicador de áreas poluídas, que de acordo com Macêdo *et al*. (2000), as baixas concentrações de oxigênio dissolvido poderão indicar uma poluição química, física ou biológica. O padrão de variação do oxigênio é função da atividade fotossintética, da troca gasosa existente entre a água e a atmosfera, do consumo decorrente da oxidação da matéria orgânica pelas bactérias, dos intensos processos biológicos e químicos, como também, do fluxo e refluxo da maré (McLUSKY, 1989). Portanto, o valor efetivo do teor de oxigênio dissolvido encontrado na água apresenta deste modo, a expressão da interação e equilíbrio com o ar atmosférico, com os fenômenos químicos e biológicos ocorridos na mesma (SANTOS, 2000).

Na bacia portuária do Recife, o oxigênio dissolvido tem relação direta com a temperatura do ar e da água, a insolação, a evaporação, a velocidade do vento, a salinidade, a transparência da água e indiretamente com o teor de silicato, a diversidade especifica e a equitabilidade do fitoplâncton e zooplâncton (rede de 45 µm), e a precipitação pluviométrica. Fato que está relacionado à pluviometria, ao fluxo das águas vindas dos rios, as maiores quantidades de matéria orgânica e também a profundidade local.

A maior concentração do oxigênio dissolvido foi durante as preamares dos dois meses estudados, evidenciando a importância da entrada da água do mar, que contém pouca quantidade de matéria orgânica e do material em suspensão, possibilitando uma maior solubilidade do oxigênio dissolvido.

Este padrão foi observado em outros ecossistemas no estado de Pernambuco por Campelo, Passavante e Koening (1999) na praia Carne de Vaca, Feitosa, Nascimento e Costa (1999) na Bacia do Pina, Branco *et al*. (2002) e Lacerda (2004) no estuário de Barra das Jangadas, por Grego *et al*. (2004) no estuário do rio Timbó e por Honorato da Silva *et al*. (2004) no estuário do rio Formoso. Entretanto, Feitosa *et al*. (1999) no rio Goiana encontraram valores mínimos do oxigênio dissolvido na água no período de estiagem e baixa-mares.

Baseado nas taxas de saturação do oxigênio dissolvido, Macêdo e Costa (1978), estabeleceram um sistema de classificação, subdividindo esse sistema em quatro zonas distintas: zona saturada (teores acima de 100%); zona de baixa saturação (teores entre 50 e 100%); zona semi-poluída (teores entre 25 e 50%); zona poluída (teores abaixo de 25%).

Fundamentada nesse sistema, a maioria das amostragens na bacia portuária do Recife é considerada como zona com baixa saturação a alta saturação do oxigênio, exceto a baixa-mar no período chuvoso, classificada como zona poluída (teor abaixo 25%). Estes valores demonstram que o ambiente sofre constante renovação, haja vista que o teor de oxigênio é relacionado com a troca entre a camada superficial da água com a atmosfera, a circulação e mistura da água e o processo de fotossíntese. Os maiores valores de oxigênio dissolvido registrados nas preamares do período chuvoso e de estiagem, apresenta uma variação sazonal significativa entre os períodos.

Quanto a DBO_5, considerada um bom indicador da qualidade da água, mede os poluentes orgânicos biodegradáveis na água, a qual indica o consumo de oxigênio realizado pelas bactérias aeróbicas, logo, quanto maior for esse valor, maior será a carga poluidora. Os valores acima de 7,00 $mg.L^{-1}$ são indicadores de poluição através da matéria orgânica proveniente de fontes pontuais e/ou difusas de origem doméstica ou industrial (OTTONI NETO, 1976).

No presente estudo, os valores de DBO_5 não apresentam oscilações significativas entre os períodos estudados e entre as marés, com valores mais elevados durante as vazantes nos dois períodos, apresentando em geral valores baixos (<7,00 $mg.L^{-1}$), o que pode indicar uma menor quantidade de substâncias presentes que possam sofrer ataque bacteriano e/ou demonstrar que apesar do local receber uma elevada carga de matéria orgânica, há uma diluição por causa da influência marinha. Corroborando com os resultados obtidos por Feitosa (1988) na Bacia do Pina, Ressurreição, Passavante e Macêdo (1996) em um perfil em frente ao Porto do Recife, Koening *et al*. (1995) no estuário do rio Capibaribe, Feitosa, Nascimento e Costa (1999) na Bacia do Pina que observaram um padrão de área poluída, com maior concentração de matéria orgânica trazida pelos rios durante a baixa-mar.

As variações da salinidade estão associadas, principalmente, as mudanças sazonais das características climáticas, aos fluxos de entrada e saída de água doce e salgada, e aos processos de mistura (ROY; TALUKDAR; JOSHI, 2001).

No local estudado, a salinidade não apresenta diferença significativa entre os períodos, todavia ressalta-se que a variação da salinidade está associada à sazonalidade do regime fluvial. Apresenta-se com regime variando do mesoalino (5

< S ≤ 18) ao eurialino (30,0 a 40,0), com os valores mais altos durante as preamares em ambos os períodos, indicando a influência das águas marinhas e menores na baixa-mar e enchente devido ao maior aporte fluvial. Fato igualmente registrado por Lacerda (2004) em Barra das Jangadas (Pernambuco), que associou esta variação a existência de diversos grupos fitoplanctônicos.

Para Attrill e Rundle (2002) e Quinlan e Phlips (2007), a variação da salinidade parece ser o fator que melhor explica as variações dos táxons fitoplanctônicos nos estuários, constituindo o principal gradiente na distribuição desses organismos, regulando-o como barreira ecológica para as espécies conhecidas como estenoalinas.

A disponibilidade de nutrientes nitrogenados (amônia, nitrito, nitrato), fosfato, e silicato, pode ou não ser considerada como fator limitante para o crescimento do fitoplâncton em estuários, pois nestes ambientes suas concentrações tendem a ser bastante elevadas especialmente as de nitrogênio e fósforo. Estes nutrientes são considerados os mais importantes para essa comunidade (LALLI; PARSONS, 1997; BRAGA *et al*., 2007; GIANESELLA; SALDANHA-CORRÊA, 2008).

Um fator condicionante e/ou limitante para a microflora estuarina é o incremento no aporte de sedimentos fluviais gerado pelo assoreamento e aumento da turbidez ocasionados, muitas vezes, pela indústria e urbanização. Essas atividades também lançam substâncias tóxicas e nutrientes que podem ser encontradas diluídas na água, agregadas ao substrato superficial ou transportadas sob a forma de pluma em suspensão para o estuário (SCHOELLHAMER, 1996; PATCHINEELAM; KJERFVE; GARDNER, 1999). Segundo Baumgarten, Niencheski e Veeck (2001), os sedimentos não são apenas depósitos de produtos que estão, ou que chegam, à coluna da água, mas representam um compartimento que recicla composto, envolvendo processos biológicos como bioturbação, ação de bactérias oxidantes e redutoras, dentre outros e processos físico-químicos como precipitação pluviométrica, difusão, advecção, adsorção, dessorção, oxidação, redução e complexação.

De acordo com Kleppel (1996), existem dois tipos de eutrofização, uma natural em que o aporte de nutrientes é proveniente das vias naturais, o que resulta em uma eutrofização lenta do ecossistema, enquanto que a cultural é causada por atividade antrópica, com o aporte de grande quantidade de nutrientes, gerando uma

eutrofização acelerada dos ambientes aquáticos. O principal efeito da eutrofização cultural é a alteração imediata da qualidade da água, com um aumento da clorofila *a*, substituição de espécies, uma comunidade menos diversificada que pode ser facilmente monopolizada por floração de uma espécie, interações fitoplâncton–zooplâncton menos estáveis dificultando a transferência trófica para a biota marinha (LUND, 1965; MARGALEF, 1991; KENNISH, 1992 *apud* PERSICH *et al*., 1996; PTACNIK *et al*., 2008).

Vários autores têm constatado que os índices elevados de nutrientes podem ser provenientes da lixiviação nos rios, da ação dos mecanismos internos no próprio estuário, como a excreção de nutrientes remineralizados pela herbivoria do zooplâncton ou por organismos bentônicos, como também, liberados pelos sedimentos de fundo das águas intersticiais produzidos pela remineralização microbiana da matéria orgânica. Esta remineralização dos nutrientes depende da profundidade local e a mistura vertical induzida pelas correntes de maré e pelo vento (PERISSINOTTO; NOZAIS; KIBIRIGE, 2002)

Na bacia portuária do Recife, os nutrientes apresentam-se de forma diversificada, a amônia com teores mais altos em novembro de 2007 (período de estiagem) e o silicato em junho de 2007 (período chuvoso) apresentaram diferença significativa entre os períodos, enquanto que os teores de nitrito, nitrato e fosfato mais elevados em novembro de 2007 (período de estiagem) e não apresentam diferença sazonal significativa.

Dentre as formas nitrogenadas, a amônia é preferencialmente assimilada pelo fitoplâncton, por ser diretamente utilizada na produção de aminoácidos por transaminação, ao passo que o nitrato (que é a segunda em preferência) e o nitrito precisam ser reduzidos antes da utilização pelas células. Portanto, o metabolismo celular do fitoplâncton, durante a assimilação da amônia, a demanda de energia é menor do que o nitrogênio na forma de nitrito e nitrato (FIGUEIREDO *et al*., 2006; GIANESELLA; SALDANHA CORRÊA, 2008).

No local estudado, a amônia apresenta teores elevados durante novembro de 2007 (período de estiagem), principalmente na vazante e baixa-mar, com valores acima de 6 µM, o que pode indicar que o ambiente sofre uma forte influência antrópica, através de descargas poluidoras de efluentes de origem doméstica e/ou industrial. Esse nutriente está diretamente relacionado à decomposição da matéria

orgânica no meio e do aumento de processos oxidativos, pois as altas concentrações de íon amônio podem ter grandes implicações ecológicas, influenciando fortemente a dinâmica do oxigênio do meio, uma vez que para oxidar 1,0 mg do íon amônio são necessários 4,3 mg de oxigênio (TRUSSEL, 1972 *apud* ESTEVES, 1998).

Também, foram verificados altos teores de amônia durante a baixa-mar e enchente em novembro de 2007 (período de estiagem), como encontrado por Delgado Noriega *et al*. (2005a; 2005b) no estuário de Barra das Jangadas que confirmaram a influência do aporte dos rios e a mistura nos estágios de maré. Ao contrário do observado por Figueiredo *et al*. (2006) na Barra Orange (Canal de Santa Cruz, Pernambuco), que verificaram teores mais elevados durante as preamares e enchentes, decorrente da agitação provocada pela entrada da água do mar propiciando a ressuspensão deste nutriente depositado no sedimento.

O nitrito é uma forma bastante instável e suas concentrações são geralmente mais elevadas nos locais onde há decomposição de matéria orgânica, originando uma camada de maior concentração (GIANESELLA; SALDANHA-CORRÊA, 2008). Em altas concentrações, o nitrito é extremamente tóxico à maioria dos organismos aquáticos, tornando a água insatisfatória microbiologicamente, e geralmente indicadora de efluentes industriais.

Em ambientes oxigenados o nitrito é encontrado em baixas concentrações, que de acordo com Chapman (1992), são usualmente muito baixas (0,001 $mg.L^{-1}$) e raramente maiores que 1,00 $mg.L^{-1}$. Boyd (1990) e Kubitza (2000) citam ser estressante para os organismos aquáticos quando sua concentração for superior a 0,30 $mg.L^{-1}$. O nitrito é encontrado em baixas concentrações nos ambientes aquáticos por ser um composto instável, representando uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato, ou seja, é rapidamente oxidado a nitrato (ESTEVES, 1998).

Na bacia portuária do Recife, os teores de nitrito são inadequados ao ambiente aquático, principalmente na vazante e baixa-mar com valores acima de 1,00 $mg.L^{-1}$. Estas observações são semelhantes as de Feitosa (1988) na Bacia do Pina, que apresentou teores acima de 0,30 $mg.L^{-1}$.

As concentrações dos teores de nitrito entre os períodos sazonais são similares, porém um pouco maior no período de estiagem, provavelmente resultado do maior aporte de sais decorrente da drenagem terrestre. Fato compatível com os

observados por Koening *et al*. (1995) no estuário do rio Capibaribe e Branco, Feitosa e Flores Montes (2002) no estuário da Barra das Jangadas em Pernambuco. Ao contrário de Campelo, Passavante e Koening (1999) na praia Carne de Vaca, Honorato da Silva *et al*. (2004) no estuário do rio Formoso, Lacerda (2004) no estuário de Barra das Jangadas, Bastos, Feitosa e Muniz (2005) no estuário do rio Una em Pernambuco, Melo-Magalhães, Koening e Sant'Anna (2004) no sistema estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba em Alagoas que confirmaram o valor máximo no período chuvoso.

O nitrato apresenta o teor mais elevado durante o período de estiagem, e com relação às marés o valor mais elevado é observado na vazante em ambos os períodos, o que confirma a presença de processos de mistura no local, corroborado com correlação de Pearson com o teor de material em suspensão e observado em outros estuários de Pernambuco por Flores-Montes *et al*. (1998) no Canal de Santa Cruz, Feitosa (1988) e Nascimento (2001) na Bacia do Pina.

De acordo com Aminot e Chaussepied (1983) os teores de nitrato e fosfato no ambiente aquático servem como indicadores do nível de eutrofização, com valores máximos para áreas estuarinas não impactadas até 1.00 µM para nitrito e fosfato e 15,00 µM para o nitrato.

Quanto ao teor de nitrato a bacia portuária do Recife é classificada como não impactada, mesmo estando próximo a uma área urbana, exceto durante a enchente no período chuvoso e em relação ao teor de fosfato é considerada impactada durante todo o período, exceto na preamar do período de estiagem, podendo este fato estar relacionado a uma descarga de esgoto doméstico ou a algum evento ocorrido durante o momento da coleta.

Ao contrário, do verificado no Ceará por Moreira (1994) no estuário do rio Cocó, em Pernambuco por Feitosa, Nascimento e Costa (1999), na Bacia do Pina e Campelo, Passavante e Koening (1999) na praia Carne de Vaca, em Sergipe por Souza *et al.* (1999) no estuário do rio São Francisco, que encontraram valores máximos de fosfato inferiores aos verificados na bacia portuária do Recife.

Em ecossistemas aquáticos, o fosfato presente tem origem em duas fontes, sendo natural, proveniente do solo por processos erosivos, relacionada com o material particulado em suspensão devido à ressuspensão do sedimento e da decomposição de organismos de origem alóctone, e artificial, resultante de esgotos

domésticos e industriais e do material particulado de origem industrial contido na atmosfera (LALLI; PARSONS, 1997; BRAGA *et al*., 2007).

De acordo com a correlação de Pearson o teor de fosfato na bacia portuária do Recife, indica que o revolvimento do sedimento (material particulado em suspensão), influencia diretamente em suas concentrações, com os valores máximos registrados durante o período de estiagem. Fato, também ocorrido no estuário do rio Catu por Pereira (2007), que apresentou valor máximo de fosfato no período de estiagem, podendo estar relacionado à decomposição da matéria orgânica autóctone, principalmente do zooplâncton, cujo fósforo orgânico é devolvido a água após a morte deste, de maneira rápida e completa. Os baixos teores registrados no período chuvoso estão relacionados ao nível de precipitação pluviométrica e à influência das marés.

O silicato é o nutriente incorporado pelo fitoplâncton, principalmente pelo grupo das diatomáceas, para a formação de suas frústulas, sendo o nutriente inorgânico que se apresenta com as maiores concentrações nos ambientes estuarinos, devido a sua origem terrígena, por essa razão, a importância deste nutriente está relacionada à ecologia e é de vital importância para estas algas, pois dependem para os processos de reprodução, crescimento e produção destes componentes do fitoplâncton, influenciando diretamente na distribuição das mesmas nos corpos de água naturais (DARLEY, 1982; LALLI; PARSONS, 1997).

Na área em estudo, observa-se um incremento nas concentrações de silicato no período chuvoso, evidenciando provavelmente a influência continental, ou seja, está relacionado ao carreamento deste composto por lixiviação e escoamento superficial. Esse padrão temporal, de aumento nos valores de silicato durante o período chuvoso, tem sido registrado em alguns trabalhos realizados em ecossistemas aquáticos brasileiros (KOENING *et al*., 1995; FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA, 1999; NUNES, 2003).

Em outros estuários pernambucanos, como nos rios Ilhetas e Mamucaba (LOSADA; FEITOSA; LINS, 2003), no rio Formoso (HONORATO DA SILVA *et al*., 2004), na Barra de Catuama (FIGUEIREDO *et al*., 2006) observaram concentrações mais elevadas durante a vazante e/ou baixa-mar, indicando a influência fluvial favorecendo nos teores deste nutriente.

As concentrações geralmente altas de sílica em estuário, garantem efeitos adversos na eutrofização, pois favorecem o crescimento rápido de diatomáceas (PERSICH *et al*., 1996). Essa abundância, também, é justificada pela característica de eurialinidade desse grupo (PATRICK, 1967; TUNDISI, 1969; 1970).

Este fato verifica-se na área estudada, que se caracteriza pela dominância quali-quantitativa das diatomáceas e devido à dinâmica estuarina local são constatadas diferenças sazonais na estrutura da comunidade fitoplanctônica no estuário, onde a análise estatística mostra que o grupo das diatomáceas é significativamente diferente dos demais grupos.

O enriquecimento destes nutrientes, disponibilidade de luz e temperatura adequada para a atividade fotossintética, contribuem para um maior crescimento dos produtores primários (SZE, 1993). Por outro lado, pode ocasionar um crescimento excessivo do fitoplâncton capaz de degradar a qualidade da água, prejudicando a manutenção da vida aquática e todas as atividades que poderiam ser desenvolvidas nestes ambientes. As concentrações dos nutrientes (amônia, nitrato, nitrito e fosfato) como também os teores de clorofila *a* são usualmente utilizadas para descrever o fenômeno de eutrofização em áreas estuarinas.

A contribuição da comunidade fitoplanctônica do estuário, utilizando o fracionamento (fração micro-fitoplâncton, 20-200 µm e nano-fitoplâncton, < 20 µm) vem sendo estudada nos últimos anos (QUIU *et al*., 2010).

O fitoplâncton (clorofila *a* e composição) em áreas costeiras está diretamente ligado às variações ambientais, as quais são decorrentes do maior ou menor impacto causado por agentes externos. No trecho estudado deve ser levado em consideração sua própria condição de ambiente portuário, como também à forte influência exercida pelas águas oriundas da Bacia do Pina, tributária das recargas dos rios Capibaribe, Beberibe e Jiquiá, em função das descargas fluviais e dos despejos urbanos, os quais são principalmente evidenciados durante o período chuvoso, como visto por Silva (1982), Costa e Macêdo (1989), Feitosa e Passavante (1990; 1991/1993), Ressurreição, Passavante e Macêdo (1996), e Feitosa, Nascimento e Costa (1999).

Desta forma, a combinação das quantidades de nutrientes de fontes natural e cultural, uma lenta circulação e um eficiente mecanismo de regeneração, são condições fundamentais para proporcionar um ambiente estuarino em condições de

suportar uma biomassa primária bastante densa (JEFFRIES, 1962). Entretanto, para as regiões tropicais, não existe um padrão sazonal definido no que se refere às concentrações de clorofila *a*, podendo ocorrer tanto no período chuvoso como de estiagem.

No local estudado, as concentrações de clorofila *a* total são mais elevadas no período de estiagem, durante as marés de baixa-mar e enchente, em função de uma maior transparência da água e/ou altas concentrações de nutrientes e menores durante o período chuvoso, provavelmente, devido à diminuição da camada fótica na coluna da água provocada pelo grande aporte de material particulado em suspensão dos rios, inibindo o florescimento do fitoplâncton.

O mesmo padrão de distribuição da clorofila *a* foi verificado em Pernambuco nos estuários da Bacia do Pina (FEITOSA; PASSAVANTE, 1990; 1991/1993; FEITOSA *et al*., 1999), do rio Capibaribe (TRAVASSOS; MACÊDO; KOENING, 1991/1993; KOENING *et al*., 1995), na confluência da Bacia do Pina, rio Capibaribe e Porto do Recife (SANTIAGO *et al*., 2010) e Barra das Jangadas (LACERDA, 2004) e em outros estados do nordeste brasileiro como no Ceará no estuário do rio Cocó (MOREIRA, 1994), e em Sergipe no estuário do rio Vaza-Barris (MOURA JÚNIOR, 1997).

A concentração média da clorofila *a* (18,49 $mg.m^{-3}$) é semelhante aos trabalhos realizados anteriormente e outras áreas que sofrem impactos naturais e/ou antrópicos no estado de Pernambuco (LACERDA *et al*., 2004; HONORATO DA SILVA *et al*., 2004, BRANCO, 2008). Estes autores sugerem que este impacto negativo é minimizado devido ao aporte de águas marinhas.

As maiores concentrações de clorofila *a* na bacia portuária do Recife coincidem com os maiores valores de densidade fitoplanctônica, porém, não apresenta variação significativa da biomassa fitoplanctônica, em relação à clorofila *a* total e fração microfitoplâncton, entre os períodos e as marés.

Para alguns autores, os componentes da fração do pico-nanofitoplâncton são os principais responsáveis pela produção primária, por ser alimento do zooplâncton herbívoro, principalmente na fase inicial da sua vida e que podem contribuir significativamente para a biomassa fitoplanctônica, muitas vezes responsáveis por 100% da produção primária (FEITOSA, 1988; FINKEL *et al*., 2010).

No local estudado, ocorre uma alternância na composição da clorofila *a*, com maior representação da fração microfitoplâncton durante o período chuvoso e da fração nano-picofitoplâncton durante o período de estiagem. Ao contrário do encontrado por Feitosa e Passavante (1990; 1991/1993) e Feitosa, Nascimento e Muniz (1999).

6.2 FLUXO DE MATERIAIS

A obtenção dos fluxos de materiais mostra erros inferiores a 15% entre os dois métodos aplicados (as equações 2 e 7). Gianesella *et al.* (2005) e Miranda, Castro e Kjerfve (1998), aplicando a mesma metodologia obtiveram resultados similares no que se refere a essa exatidão.

Em geral, a competição entre a estratificação vertical e a mistura da coluna da água desempenha um papel crucial na dinâmica dos fluidos e em particular na dinâmica estuarina. Esta distribuição vertical da concentração das propriedades da massa de água estuarina é controlada pela intensidade da turbulência, que é gerada pela influência dos contornos sólidos, pelo cisalhamento vertical da velocidade e pela tensão de cisalhamento do vento e ondas de gravidade superficiais e internas. Quando a descarga do rio é mais intensa o entranhamento é o mecanismo predominante e quanto maior for a amplitude de maré, maior será sua influência para gerar difusão turbulenta e mistura (MIRANDA; CASTRO; KJERVE, 2002).

Na bacia portuária do Recife, durante a coleta no período de estiagem os ventos registram maior intensidade (2,08 $m.s^{-1}$) com direção SW quando comparados aos do período chuvoso (1,20 $m.s^{-1}$) com direção NW. Não foi registrada precipitação pluviométrica durante a coleta no período de estiagem, enquanto no período chuvoso foi registrada uma precipitação pluviométrica de 5 mm. Os valores para a amplitude de maré para os dias de coletas foram praticamente iguais (2,0 e 1,9 m, para o período chuvoso e estiagem, respectivamente).

Estes parâmetros climatológicos e hidrográfico fornecem informações para entender a natureza da dinâmica na coluna d'água (MIRANDA; CASTRO; KJERVE, 2002). A distribuição da salinidade na coluna d'água na bacia portuária do Recife durante os períodos observados demonstram que os perfis verticais variaram em média 6,9 unidades entre as medidas de superfície e fundo, com valores mais

elevados na camada profunda e durante a preamar. As menores diferenças em média no perfil são durante a maré vazante e preamar e as maiores durante a baixa-mar e a enchente, esse fenômeno está associado a maior disponibilidade de água doce e marinha, onde a influência da descarga fluvial associada à incidência de precipitação pluviométrica na variação da salinidade das regiões costeiras tropicais tem sido apontada por vários autores (AIDAR *et al.*, 1993; MATHIAS, 1998; FERNANDES; BRANDINI, 1999; NASCIMENTO *et al.*, 2003; SHIPE *et al.*, 2006).

Durante junho de 2007 (período chuvoso) as intensidades de corrente levemente maiores, aumento nas profundidades, o vento com menor intensidade quando comparado ao período de estiagem, provoca uma mistura vertical não tão efetiva, evoluindo para uma condição de estuário parcialmente misturado. Durante novembro de 2007 (período de estiagem), ventos de maior intensidade, menor profundidade, menor descarga fluvial com relação ao período chuvoso, a seção transversal mostra uma classificação de bem misturado.

Fato registrado por Nascimento *et al.* (2003), nos pontos de coleta localizados na bacia portuária do Recife, que observaram uma homogeneidade tanto horizontal como vertical.

A variabilidade da estratificação vertical da salinidade no estuário é bastante complexa, abrangendo uma ampla escala temporal. Para a classificação de um estuário devem ser utilizados dados estacionários, mas as variações da intensidade das correntes de maré entre quadratura e a sizígia podem alterar significativamente a estratificação vertical e, consequentemente, a organização de acordo com o critério dos teores de salinidade. Numa escala de tempo maior, as variações sazonais da descarga de água doce também alteram a estratificação vertical e a classificação do estuário.

Vale ressaltar que a jusante da bacia portuária do Recife acontece um aumento da amplitude, onde predominam os processos de mistura, podendo ocorrer nessa parte do estuário a condição de parcialmente misturado (NASCIMENTO *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2009).

No que concerne à distribuição vertical da maioria dos elementos (temperatura, nitrato, fosfato, silicato, material em suspensão, clorofila *a* total e fração nano-picoplâncton) observadas neste estudo é homogênea na seção transversal, com os maiores valores registrados no período chuvoso e o nitrito e a amônia mais elevados

durante o período de estiagem. Também observa-se maiores intensidades nas correntes, o que pode ter induzido o aumento nas descargas destes elementos intensificando os processos bentônicos no fundo da coluna d'água como a desnitrificação.

Na área estuarina do Recife, Delgado Noriega (2010) os fluxos de nitrogênio inorgânico dissolvido mostram desnitrificação de -3,17 mmoles m^{-2} d^{-1} para os períodos de baixa descarga e -0,95 mmoles m^{-2} d^{-1} para os períodos de alta descarga dos rios adjacentes. Assim como os elementos nitrogenados, o fosfato inorgânico dissolvido também mostra altas concentrações no período de estiagem, superando inclusive a normativa 357 da CONAMA (2005) que indica 0,124 mg L^{-1} de fósforo total para águas salobras.

Este valor transformado de acordo com os coeficientes de SanDiego-McGlone, Smith e Nicholas (2000) representa 2 µM de fosfato inorgânico dissolvido, teor abaixo do observado para os meses de pesquisa deste estudo (2,40 e 14,95 µM, para o período chuvoso e de estiagem, respectivamente). Este aumento de elementos nutrientes pode ser causa do enriquecimento do meio em nutrientes regenerados pela mineralização da matéria orgânica, favorecendo por sua vez, a atividade fotossintética.

Feitosa, Nascimento e Costa (1999), na Bacia do Pina, citaram altos teores de nutrientes na coluna de água durante o ano, com alta produtividade primária. Delgado Noriega (2010) indicou que o sistema do Recife possui um metabolismo heterotrófico através do ano, considerando-se um exportador de elementos nutrientes para a zona costeira adjacente. Corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho demonstrando que o sistema possui uma condição de autodepurador de matéria orgânica e exportador de nutrientes.

A relação de Redfield (N:P) é utilizada geralmente para definir o composto limitante em um sistema aquático. De acordo com Graneli (1987), os dejetos urbanos não tratados geralmente proporcionam uma baixa taxa de N:P, sendo caracterizados por elevadas concentrações de fosfato, ao contrário das taxas comumente elevadas das drenagens terrestres, ricas em nitrogênio. As baixas taxas neste estudo são indicativas da limitação dos compostos inorgânicos nitrogenados (2:1 e 1,2:1 para o período chuvoso e de estiagem, respectivamente). Altos teores de fosfato ocorrem espacial e temporalmente na seção transversal. As principais

fontes de fosfato para o oceano através dos rios são: o intemperismo de rochas, os fertilizantes utilizados na agricultura, a decomposição da matéria orgânica, a dissolução dos minerais argilosos associados aos sedimentos, e os esgotos que apresentam grandes quantidades de materiais fosfatados (detergentes) (DELGADO NORIEGA, 2004).

A ocorrência de valores elevados de fosfato durante o período estudado indica que a principal fonte de fosfato inorgânico dissolvido (baixa N:P) é o intemperismo dos minerais da crosta terrestre através dos rios como via de transporte, e os "*inputs"* antrópicos (através dos polifosfatos usados em detergentes). Segundo Baumgarten, Niencheski e Veeck (2001), a turbulência do sistema e/ou ressuspensões dos sedimentos na interfase água-sedimento, estaria provocando uma quebra da barreira existente entre o fosfato armazenado abaixo da sub-superfície e o da coluna de água, aumentando a disponibilidade deste composto na coluna de água. Baixas taxas N:P são indicativas de elevados aportes de fosfato comumente encontrados em sistemas eutrofizados (CUNHA, 2005). Baixas taxas, também, são indicativas do aumento na abundância de espécies dominantes como cianobactérias o que provoca uma diminuição na diversidade da biomassa fitoplanctônica.

Feitosa *et al*. (1999), registraram valores inferiores a 6 μmol.L^{-1} de fosfato e inferiores a 10 μmol.L^{-1} para o nitrato na estação do porto de Recife. Outro estudo realizado por Delgado Noriega (2010) no período (2001-2007) na região metropolitana do Recife considerando a área total estuarina (Capibaribe, Beberibe e Tejipió) mostrou valores N:P médios entre 9:1 e 18:1 para o verão e, entre 10:1 a 18:1 no inverno.

A variação temporal diurna mostra variações de acordo com as oscilações da maré. Porém, quando analisados períodos do ano, os fluxos são sempre no sentido estuário-mar, exceto para a comunidade fitoplantônica (clorofila *a* total e as frações nano-picoplâncton e microplâncton), onde os fluxos mudaram de sinal durante o período de estiagem.

Segundo Miranda, Castro e Kjerve (2002), em canais estuarinos estreitos, o cisalhamento lateral poderá ser suficientemente intenso para gerar condições homogêneas lateralmente. Nessas condições, a salinidade aumenta gradativamente estuário abaixo e o movimento médio está orientado nessa direção em todas as

profundidades. Embora esse movimento tenha a tendência de transportar os sais para fora do estuário, o balanço é atingido pelo transporte estuário acima por difusão turbulenta (dispersão da maré), associada a irregularidades topográficas e ao atrito com o fundo. A água do mar é aprisionada em embaiamentos no estágio de maré enchente, retornando na fase de maré vazante ao canal principal.

Estes elementos mostram maiores valores nos períodos de enchente e preamar indicando a influência marinha no estuário. Isto indica que a taxa de renovação das águas do estuário do porto do Recife é baixa, mostrando um acúmulo de biomassa fitoplanctônica nesta região. Valores altos de clorofila *a* são indicativos de uma condição eutrófica, de acordo com a classificação de Tundisi e Tundisi (1976). Outra classificação feita por Delgado Noriega (2010) mostra que o estuário comum do Recife é eutrófico através do ano. A entrada destes elementos demonstra que o volume de mistura no estuário da bacia portuária do Recife é maior que o volume residual (domínio das descargas fluviais).

6.3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Como todo organismo planctônico, a dinâmica do fitoplâncton em ambientes aquáticos é regulada por fatores hidrológicos (descarga de água, tempo de residência, turbulência etc.), físicos (temperatura de água, maré etc.), químicos (salinidade, concentrações de nutrientes etc.) e biológicos (herbivoria e competição) (BASU; PICK, 1996; 1997; SCHERWASS *et al*., 2010).

Em ambientes tropicais, a composição de espécies fitoplanctônicas pode ser tão informativa para a classificação do estado trófico quanto os indicadores anteriormente mencionados.

Na área estudada, o fitoplâncton está representado por 127 táxons de origem marinha nerítica, marinha oceânica e de água doce. A comunidade identificada está distribuída em seis filos dos quais predominam as diatomáceas (75), dinoflagelados (19) e cianobactérias (14), demonstrando semelhança com outros ecossistemas do litoral brasileiro como os estuários do rio Pisa Sal, RN (SANTIAGO; SILVA-CUNHA; PASSAVANTE, 2005), do rio Formoso, PE (HONORATO DA SILVA *et al*., 2009), da Bacia do Pina, PE (SANTIAGO *et al*., 2010).

Todavia, deve-se ter atenção quando comparar a comunidade fitoplanctônica com outra área, por causa das peculiaridades de cada local, tipo de amostragem

(como garrafa ou rede), esforço amostral, nível de profundidade, método de contagem e literatura disponível para a identificação das espécies.

Neste estudo utilizaram-se dois tipos de amostradores, que segundo Ferrario, Sar e Sala (1995) na avaliação qualitativa e/ou quantitativa do fitoplâncton deve-se realizar fundamentalmente coleta com rede e o uso combinado de rede-garrafa. Os métodos podem ser diferenciados e a escolha está sujeita a finalidade da investigação, as características do lugar, dentre outros.

A rede de plâncton tem sido bastante utilizada por vários autores para a coleta de fitoplâncton, pois a vantagem do seu uso consiste em filtrar grandes volumes de água concentrando os organismos, mas este processo é seletivo por tamanho e forma. A amostra obtida com rede apresenta uma proporcionalidade distorcida dos componentes do fitoplâncton, pois permite concentrar as células de vários tamanhos (nano e microfitoplanctônica), deixando passar ou danificando as pequenas células flageladas, impedindo a determinação da sua abundância (BILLARD; CHRETIENNOT-DINET, 1995).

As garrafas são empregadas para coletar amostras de um volume determinado a uma profundidade estabelecida, sua vantagem consiste em que as amostras são quali-quantitativamente representativas do ponto em que foram coletadas. Sua principal limitação nos estudos florísticos está relacionada à escassez do material coletado de cada vez, o que é necessário ter que concentrá-lo (sedimentação).

Existem diversos métodos para quantificação direta do fitoplâncton, entretanto a técnica mais adequada para determinar a densidade celular fitoplanctônica é aquela que envolve o uso de microscópio invertido (UTERMÖHL, 1958, HASLE, 1978, VILLAFAÑE; REID, 1995).

Estas diferenças são registradas nos resultados obtidos, pois dentre os táxons identificados sete foram comuns nas amostras coletadas com garrafa e com redes de plâncton de 45 e 64 µm (a cianobacteria *Oscillatoria* sp., as diatomáceas *Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus* sp., *Navicula* spp, *Surirella* sp., *Thalassiosira* sp. e o dinoflagelado *Protoperidinium* spp.), enquanto que 22 táxons foram identificados especificamente nas amostras coletadas com garrafa e 91 táxons nas amostras coletadas com as redes, demonstrando, assim, diferença significativa da riqueza de espécie entre as amostras coletadas com garrafa e redes.

Quanto aos grupos, ocorre diferença na predominância das diatomáceas e dos dinoflagelados nas amostras coletadas com rede e das diatomáceas e cianobactérias no material coletado com garrafa.

Neste trabalho, a comunidade está constituída por espécies marinhas planctônicas, demonstrando a uniformidade do sistema em relação às características hidrológicas que pode ser evidenciada pela presença das espécies, como a cianobactéria: *Trichodesmium erythraeum*; as diatomáceas: *Bellerochea malleus*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros coarctatus, Chaetoceros decipiens*, *Chaetoceros teres, Climacosphenia elongata*, *Corethron hystrix, Helicotheca tamesis*, *Hyalodiscus subtilis*, *Odontella regia*, *Rhizosolenia setigera*, *Skeletonema costatum, Thalassionema nitzschioides*; e os dinoflagelados: *Dinophysis caudata*, *Gonyaulax spinifera*, *Neoceratium contortum*, *Neoceratium declinatum*, *Neoceratium deflexum*, *Neoceratium extensum*, *Neoceratium furca, Neoceratium fusus*, *Neoceratium macroceros*, *Neoceratium massiliense*, *Neoceratium pentagonum*, *Neoceratium teres, Neoceratium trichoceros*, *Neoceratium tripos, Pyrocystis noctiluca*. Espécies marinhas de hábito bentônico ou ticopelágico (espécies que tem passagem ocasional na coluna d'água quando retiradas do fundo) como: *Actinoptychus splendens*, *Amphiprora alata* var. *pulchra*, *Asterionellopsis glacialis, Biddulphia biddulphiana, Biddulphia tridens, Cylindrotheca closterium, Hyalodiscus laevis, Licmophora flabellata, Lyrella lyra, Navicula hyalosira, Odontella aurita, Paralia sulcata*, *Petrodictyon gemma, Pleurosigma elongatum*, *Pleurosira laevis*, *Rhabdonema adriaticum*, *Surirella fastuosa*, *Thalassiosira eccentrica*, *Triceratium alternans, Triceratium antedeluvianum*, *Triceratium favus, Triceratium pentacrinus*. Fato que comprova a pouca profundidade e o hidrodinamismo local.

Pode-se considerar que o inventário do fitoplâncton da bacia portuária do Recife é compatível com outros ambientes tropicais com predomínio de espécies planctônicas marinhas (SANTIAGO, 2004; HONORATO DA SILVA et al., 2004; KOENING; WANDERLEY; MACÊDO, 2009).

Levando-se em consideração os trabalhos de Araújo *et al*., 2010; Eskinazi-Leça *et al*., 2010; Menezes, 2010a; 2010b; Odebrecht, 2010; Werner, 2010; Menezes, 2010, as espécies *Corethron hystrix* Hensen, *Coscinodiscus kutzingii* Schmidt, *Hyalodiscus laevis* Ehrenberg, *Hyalodiscus subtilis* J. W. Greville, *Licmophora flabellata* C. Agardh, *Melosira italica* (Ehrenberg) Kutzing, *Nitzschia hybrida* Grunow,

Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith, Oscillatoria agardhii Gomont, *Oscillatoria limosa* (Dillwyn) C. Agardh, *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont, Raphidiopsis curvata Fritsch & Rich, *Staurastrum longiradiatum* W. West & G. S. West, *Surirella elegans* Ehrenberg, *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg ex Gomont foram registradas pela primeira vez para o litoral pernambucano.

Alguns gêneros de microalgas vem sendo considerado como bioindicador de condições eutrofizadas pela literatura, no presente trabalho foram registrados alguns gêneros com valores quantitativamente baixos, como Chroococcus, Lyngbya, Oscillatoria, Trichodesmium, Spirulina, Synechococcus, Coscinodiscus, Nitzschia, Paralia, Pseudo-nitzschia, Pediastrum, Crucigenia, Scenedesmus, Closterium, Staurastrum, Gymnodinium, Dynophysis, entre outros. Entretanto o crescimento desordenado destes gêneros oportunistas, alguns dos quais, produtores de toxinas, podem causar danos aos demais organismos da teia trófica, como acarretar sérios risco ambiental em estuários e baías.

Diversas espécies do gênero Pseudo-nitzschia, podem produzir toxinas dada a característica e a identificação de algumas das espécies, a separação entre nativas criptogênicas ou introduzida fica difícil para este grupo. E, o gênero Chaetoceros são exemplos típicos de organismos que possuem estruturas (setas, espinhos e/outras estruturas) que podem ocasionar danos como irritações nas mucosas branquial, digestivas e pele dos seus predadores (PROENÇA; FERNANDES, 2004).

A influência da maré foi expressiva qualitativamente para o fitoplâncton, com a contribuição dos dinoflagelados na preamar sugerindo a influência da água mais oceânica, das diatomáceas e cianobactérias durante as marés vazante e baixa-mar, e clorofíceas durante as marés baixa-mar e enchente.

O grupo das diatomáceas é o mais importante em termos de densidade celular e em variabilidade específica (59,06% dos táxons registrados). Segundo Lalli e Parsons (1997) e Bonecker, Bonecker e Bassani (2002), este grupo pode representar o elemento principal da teia trófica pelágica, principalmente nos ambientes costeiros e estuarinos ricos em nutrientes. Esse comportamento tem sido observado para várias regiões costeiras brasileiras (ZILLMANN, 1990; MATHIAS, 1998; PINTO, 2002).

Dentre as espécies de diatomáceas *Plagiogramma* sp. é mais representativa nas amostras de rede. Em trabalhos realizados por Rosa e Garcia (2008) em bancos

de macrófitas *Scirpus californicus* (C. A. Mey) Steud., em uma das praias da Lagoa dos Patos, o gênero *Plagiogramma* se destacou, sendo encontrado aderido ao sedimento (epipsâmico) e em plantas jovens e senescentes (epífitas).

As diatomáceas bentônicas podem crescer aderidas em substratos naturais ou artificiais (MOURA *et al*., 1993; AZEVEDO; CUTRIM, 1999; 2001). De acordo com Watherbee *et al*. (1998), as diatomáceas que apresentam uma rafe verdadeira têm alta capacidade de fixação em substratos diversos, como resultado da excreção de substâncias mucilaginosas (exsudatos) através da rafe, facilitando a adesão celular, como o caso do gênero *Plagiogramma*.

A espécie *Coscinodiscus centralis* é considerada muito frequente e abundante, principalmente, no período de estiagem. Lacerda (2004) registrou esta espécie como dominante no estuário da Barra das Jangadas, PE, e considera esta espécie como indicadora de condições eutróficas em estuários do litoral pernambucano.

Esta espécie tem sido também considerada potencialmente nociva e não tóxica (PROCOPIAK; FERNANDES; MOREIRA FILHO, 2006), por produzir polissacarídeos que são liberados na água do mar e que em altas concentrações tornam o meio anóxico, causando mortandade dos organismos marinhos dificultando a migração dos peixes (FERRARIO; SAR; SALA, 2002).

A espécie *Asterionellopsis glacialis* é frequente e abundante em quase todas as marés. É uma espécie ticoplanctônica nerítica e sua ocorrência pode ter sido condicionada à entrada das águas marinhas. Esta espécie tem sido encontrada frequentemente em praias urbanas na coluna d'água devido à ressuspensão do fundo através da turbulência causada pela maré e o vento (FERREIRA *et al*., 2010).

Segundo Barretto (dados não publicados), esta espécie é considerada oportunista por apresentar elevada abundância em águas ricas em nutrientes e por se beneficiar da turbulência, que faz com que elas sejam ressuspensas. Organismos com essas estratégias de sobrevivência são caracterizados por apresentarem rápidas taxas de crescimento, possuir elevada razão superfície/volume e alta atividade metabólica, adaptando-se mais rapidamente às condições locais.

Depois das diatomáceas, os dinoflagelados representam um dos grupos mais importantes do fitoplâncton marinho (BALECH, 1988; LALLI; PARSONS, 1997). Neste estudo, constituí o segundo grupo em representatividade (14,96% dos

táxons), não apresentando espécie dominante apenas abundante em alguns momentos, com aparecimento esporádico.

O domínio deste grupo está associado ao fato de estar bem adaptado e à capacidade de deslocamento devido à presença de flagelos e, portanto, um melhor posicionamento quanto à luminosidade e os nutrientes e, no caso de algumas espécies, realizarem mixotrofia (capaz de realizar heterotrofia facultativa) (MARGALEF, 1978; LALLI; PARSONS, 1997).

Dentre os gêneros mais comuns incluem *Ceratium*, *Protoperidinium*, *Gonyaulax*, *Dinophysis* e *Gymnodinium* (LALLI; PARSONS, 1997). Além destes estão presentes os gêneros *Pyrocystis* e *Pyrophacus*.

O gênero *Neoceratium* com 12 espécies, considerado importante na área costeira de Pernambuco não só por sua riqueza de espécie, mas também em termos de distribuição (KOENING; LIRA, 2005; KOENING; WANDERLEY; MACÊDO, 2009).

Estes organismos estão presentes nas amostras coletadas com rede e garrafa, e as espécies *Neoceratium trichoceros* e *Neoceratium tripos* se destacam, principalmente durante a preamar e a *Pyrocystis noctiluca* durante a baixa-mar.

As cianobactérias contribuem com 11,02% da composição fitoplanctônica. Segundo Eskinazi-Leça *et al*. (2002), Franceschini, Prado e Burliga (2010), estes organismos são pouco abundantes em regiões estuarinas, e têm se adaptado a quase todos os habitats e nichos ecológicos, preferindo os ecossistemas dulcícolas.

De acordo com Paerl (1991) as algas são extremamente oportunistas. Constituem um dos grupos fitoplanctônicos mais importantes em águas eutrofizadas por sua capacidade de fixar o nitrogênio, estando adaptados a se desenvolverem em ambientes adversos à maioria dos organismos fotossintetizantes (CARR; WHITTON, 1982; PILSKAN *et al*., 2005; TUCCI *et al*., 2006).

A variação quantitativa do fitoplâncton na bacia portuária do Recife oscila entre 150 e 6.050 x 10^{-3} cél.L^{-1}, com elevados valores no período de estiagem. Segundo a classificação em ecossistemas marinhos do estado de Pernambuco elaborada por Eskinazi-Leça, Koening e Silva-Cunha (2005), os valores encontrados no local estudado, considera o sistema estuarino como moderadamente impactado (<100 x 10^4cél.L^{-1}) no período chuvoso e fortemente impactado (>100 x10^4 cél.L^{-1}) no período de estiagem.

Corroborando com os valores de densidades celulares registrados na Bacia do Pina por Feitosa (1988) e Maia (1995), variando de 44 e 41.558 x 10^{-3} cél.L^{-1} e 140 e 23.180 x 10^{-3} cél.L^{-1}, respectivamente e no estuário do rio Capibaribe por Travassos (1991), que encontrou valores entre 270 e 20.740 x 10^{-3} cél.L^{-1}. Estes autores caracterizaram estes sistemas estuarinos como altamente produtivo, com número de célula por litro mais elevado durante o período de estiagem.

No local estudado, os valores de densidade celular estão associados à presença das diatomáceas, que de acordo com Brandini (1988), as maiores densidades de diatomáceas estão ligadas às menores concentrações de silicato, devido à assimilação biológica. Esta questão foi confirmada com a correlação de Pearson, uma vez que as densidades elevadas de diatomáceas ocorrem quando registradas baixas concentrações de silicato no período de estiagem.

Os valores de densidade celular apresentam uma variação sazonal marcante e relação direta com as concentrações de clorofila *a*, com maiores valores durante no período de estiagem. Este fato pode ser explicado pelos valores elevados de nutrientes (amônia, nitrito e fosfato), aumento da camada fótica, provocando uma maior penetração da luz, e temperatura da água. O mesmo foi verificado por Feitosa (1988), Maia (1995), Nascimento, Feitosa e Muniz (2000) e Travassos (1991).

No período de estiagem estes fatores contribuem para o desenvolvimento da diatomácea *Thalassiosira* sp. Segundo Malone (1980) e Ho *et al*., (2010), o aumento da densidade do gênero *Thalassiosira* pode estar associado à estratégia utilizada por ela, com formação em cadeia e por ter forma alongada, aumenta a sua relação superfície/volume, otimizando a absorção de nutrientes minimizando sua sedimentação na coluna d'água e o seu rápido crescimento.

Fato também registrado por Widdicombe *et al*. (2010), que identificaram os gêneros *Thalassiosira* e *Chaetoceros* como importantes componentes das diatomáceas em dominância nas águas de Hong Kong (com influência do estuário do rio Pearl).

Conforme registrado no presente trabalho, a presença de espécies de origens (fluxos marinho e limnético) e hábitos (planctônico e bentônico) diferentes contribui para a alta diversidade específica, como nos estuários da Bacia do Pina (MAIA, 1995) rio Sirinhaém (HONORATO DA SILVA, 2009) e rio Formoso (HONORATO DA SILVA *et al*., 2009).

Rodrigues (2004), analisando a foz dos rios Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí, encontrou alta diversidade associada à ocorrência de vários habitats no local, como reservatórios e banhados no curso superior e a presença de áreas úmidas na planície de inundação, no curso inferior. Esta comunidade fitoplanctônica apresentou, também, alta riqueza e esteve composta em grande parte por organismos resistentes e/ou adaptados às condições ambientais destes rios.

Segundo Margalef (1983), a diversidade está, em geral, diretamente relacionada com a estabilidade da comunidade ou com a complexidade da teia alimentar e inversamente relacionada ao grau de alteração do ecossistema. A diversidade e suas variações são excelentes indicadores de poluição. A diversidade específica calculada pelo índice de Shannon é utilizada em muitos estudos para avaliar a ocorrência de poluição, em que valores > 3 são considerados indicadores de condições não poluídas, valores entre 1 e 3, de poluição moderada e < 1, de alta poluição (WILHM; DORRIS, 1968 *apud* MATTA; FLYNN, 2008).

Levando em consideração este sistema de classificação, nas amostras coletadas com rede de plâncton (45 e 64 µm) e garrafa, os índices de diversidade específica caracterizam a área com condições não poluídas, exceto nas marés enchente e preamar durante o período de estiagem que é considerada como moderadamente impactada.

Os valores altos da diversidade específica na comunidade fitoplanctônica evidenciam uma heterogeneidade ambiental e quando checados com os valores de equitabilidade, indicam uma uniformidade na distribuição das espécies nas amostras. Segundo Margalef (1983), os valores altos de diversidade específica podem traduzir um grau de maturidade elevado, o que pode ser explicado pelo constante suprimento de nutrientes, provenientes dos sedimentos e estuários adjacentes, como também pelo aporte constante de águas costeiras, permitindo uma estrutura físico-química mais ordenada.

Por outro lado, os baixos índices de diversidade nas coletas com garrafa, refletem que a população microalgal está sujeita a algum tipo de eutrofização local, provocando o florescimento de *Thalassiosira* sp. Este fato pode indicar o início de uma sucessão fitoplanctônica, pois condicionada a um processo de eutrofização, proporciona, na primeira fase, a proliferação de um número reduzido de espécies,

com dominância de uma ou duas espécies, consequentemente, a redução do índice de diversidade específica (MARGALEF, 1958; 1968).

6.4 COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA

O padrão sazonal de abundância do zooplâncton na bacia portuária do Recife é bastante variável. Esta falta de padrão é uma característica de muitos estuários tropicais e subtropicais, e são importantes na estruturação da comunidade (BUSKEY, 1993). Neste estudo, poucos grupos zooplanctônicos predominam na área estudada, sendo identificados 56 táxons, dos quais 15 são Copepoda, grupo que se destaca. Estes números são equivalentes aos esperados para estuários tropicais (NEUMANN-LEITÃO, 1995). E, embora, possam ocorrer muitas espécies no zooplâncton estuarino, poucos táxons constituem a maior parte da população (TUNDISI, 1970).

Além dos Copepoda, em estágios adulto e naupliar, destacam na comunidade zooplanctônica: Rotifera, larvas de Mollusca e de Polychaeta e Tintinnina. De forma geral, a bacia portuária é um ambiente eutrofizado, devido aos impactos causados pelas atividades antrópicas em um grande centro urbano, como é a região metropolitana do Recife. Segundo Schwamborn *et al*. (2004) ambientes super eutrofizados aumentam a densidade do zooplâncton até um determinado limite, mas limitam a sua produção por causa do declínio da produção primária realizada pela comunidade fitoplanctônica.

Na bacia portuária, o holoplâncton domina em todo período estudado, fato também registrado por Eskinazi-Sant'anna e Tundisi (1996) para o ambiente adjacente (estuário do Pina). O meroplâncton é expressivo apenas em algumas marés do período de estiagem quando naúplios de Cirripedia e véligeres de Gastropoda são muito abundantes, por estarem possivelmente em época reprodutiva. No presente estudo, o ticoplâncton é pouco abundante com baixos valores de densidade, diferente do que foi observado por Silva *et al*. (1996) para o estuário do rio Capibaribe, onde os Nematoda foram muito frequente e apresentaram altos valores de densidade.

O predomínio de Copepoda na bacia portuária já era esperado, uma vez que é grupo dominante nos ambientes estuarinos (TUNDISI, 1969; MATSUMURA-TUNDISI, 1972; MILLER, 1976; MONTÚ, 1987; DAY JUNIOR *et al.,* 1989), mesmo

aqueles impactados. No presente estudo, destacam-se neste grupo *Euterpina acutifrons, Acartia lilgeborgi*, *Oithona nana* e *Parvocalanus crassirostris.* De acordo Tundisi (1970), em estuários é comum a abundância de Copepoda, no entanto com um domínio de no máximo 5 a 6 espécies, fato comprovado no presente estudo.

Dentre os copépodes que predominam na bacia portuária, a espécie *Euterpina acutifrons* habita desde a região costeira até o interior do estuário, sendo de ampla distribuição geográfica, geralmente com abundância elevada (BJÖRNBERG, 1963; MONTÚ; GOEDEN, 1986); ocorre durante todo o ano, porém com predomínio em determinadas épocas (MATSUMURA-TUNDISI, 1972), tendo sido citada em quase todos os estuários brasileiros (NEUMANN-LEITÃO, 1995). Resultados de experimentos realizados com *E. acutifrons* por Zurlini, Ferrari e Nassogne (1978) e por Lemos, Costa e Pereira (2006) confirmaram a importância da qualidade e concentração de alimentos no crescimento e reprodução desta espécie, destacando que um aumento da concentração de microalgas aumentou a frequência na produção de ovos por fêmea, demonstrando a importância da quantidade do fitoplâncton no ambiente.

A ocorrência da espécie *Acartia lilljeborgi* pode estar relacionada à alta quantidade de detritos que ocorrem na bacia portuária que é consumida por esta espécie, como foi demonstrado através de medições de isótopos estáveis e experimentos de alimentação realizados em laboratório e *in situ* (SCHWAMBORN, 1997; SCHWAMBORN *et al*., 1999).

Parvocalanus crassirostris é muito comum em estuários brasileiros (MATSUMURA-TUNDISI, 1972; BJÖRNBERG, 1981) mesmo os mais impactados (SCHWAMBORN *et al*., 2004; SILVA *et al*., 2004), mostrando seu comportamento r-estrategista. Em experimentos realizados não há evidência que as fêmeas adultas de *P. crassirostris* e *Oithona nana* se alimentam de picoplâncton, no entanto, as altas taxas de consumo foi a do nanoplâncton consumida por todas as espécies (CALBET; LANDRY; SCHEINBERG, 2000). Geralmente, são espécies abundantes nos sistemas eutróficos.

Em geral, a maioria do zooplâncton estuarino coletado com redes de 45 ou 65 micrômetros se enquadra na categoria de herbívoro, incluindo a maioria do holoplâncton e muitos meroplanctônicos. A proporção do fitoplâncton consumida varia amplamente, parecendo ser o microzooplâncton mais pastador que o

macrozooplâncton, uma vez que a maior densidade de células fitoplanctônicas está na fração nano (DAY JÚNIOR *et al.*, 1989). Dados provenientes de diferentes locais mostram que de 13% a 80% da produção fitoplanctônica é consumida pelo microzooplâncton (RILEY, 1956; CAPRIULO; CARPENTER, 1980; 1983; LANDRY; HASSETT, 1982; LANDRY *et al.*, 1984; BURKILL *et al.*, 1987).

Em vários estuários parte da população zooplanctônica é sustentada por outra fonte alimentar, que não o fitoplâncton. Segundo Lopes (1989) a ampla distribuição anual de alguns Copepoda, principalmente *Parvocalanus crassirostris, Oithona hebes, Acartia lilljeborgi* e *Pseudodiaptomus richardi* no estuário do rio Guaraú-SP, pode estar relacionada com um melhor aproveitamento de outros recursos alimentares, além do fitoplâncton.

Na região estuarina-lagunar de Cananéia foi observada que a abundância máxima anual do zooplâncton ocorre logo após o máximo fitoplanctônico, registrado no verão (TUNDISI, 1970; MATSUMURA-TUNDISI, 1972; TUNDISI *et al.*, 1978). Neste estuário foi evidenciada a importância da fração nanoplanctônica na produtividade primária (TEIXEIRA; TUNDISI; SANTORO, 1967; TUNDISI, 1969; 1970).

Por outro lado, a presença constante de Tintinnida e Rotifera, algumas vezes alcança altas densidades na bacia portuária do Recife, indicando que a herbivoria é um processo contínuo neste ecossistema. Segundo Capriulo e Carpenter (1980) os Tintinnina consomem grande parte da biomassa fitoplanctônica, estando melhores adaptados que os Copepoda herbívoros a consumirem as partículas nanoplanctônicas. Nogueira-Paranhos (1990) e Villate (1991) em estudos sobre os Tintinnina concluíram que as explosões temporais se devem ao curto ciclo de vida e ao acentuado desenvolvimento do fitoplâncton, principalmente a fração nanoplanctônica, da qual se alimentam preferencialmente.

Os Tintinideos constituem um componente importante da comunidade microzooplanctônica na maioria dos ambientes marinhos (LANDRY; HASSET, 1982; VERITY, 1987; PIERCE; TURNER, 1993; CORDEIRO; BRANDINI; MARTENS, 1997; TILLMANN, 2004), e podem ser importantes ocasionalmente em águas estuarinas (SOUTO, 1973; SANDERS, 1987; BARRÍA De CAO, 1992; DOLAN; GALLEGOS, 2001; URRUTXURTU, 2004). Tintinideos representou o grupo mais

abundante do microzooplâncton no canal São Sebastião (São Paulo) sob influência estuarina (SANTANA; BJÖRNBERG, 2006).

Abundância elevada, taxa de reprodução rápida e tempo de geração curto, juntamente com a alta capacidade de usar uma grande gama de recursos alimentares, reforça a importância destes protozoários como um elo fundamental na teia trófica entre a alça-microbiana e os compartimentos dos metazoários (FENCHEL, 1980; CAPRIULO; CARPENTER, 1983; DOLAN; MARRASÉ, 1995; CAPRIULO *et al*., 2002; URRUTXURTU, 2004).

Favella ehrenbergii uma das espécies mais comuns da bacia portuária é comum em áreas costeiras e estuarinas no Brasil, com uma densidade elevada em alguns períodos (NEUMANN-LEITÃO; PARANAGUÁ; VALENTIN, 1992; LOPES, 1994; ESKINAZI-SANT'ANA; TUNDISI, 1996). Altas densidades de *F. ehrenbergii* no estuário do rio Sergipe foram responsáveis pela perturbação da estrutura da comunidade microzooplanctônica (contribuição negativa ao índice de diversidade de Shannon) (ARAÚJO *et al*., 2008). A dieta de *Favella ehrenbergii* é composta principalmente de nanoflagelados (BERNARD; RASSOULZADEGAN, 1993).

Os Rotifera se destacam em ecossistemas estuarinos onde a salinidade é menor e em locais que recebem forte poluição orgânica, como por exemplo, o ambiente presentemente estudado. Pesquisas realizadas com os Rotifera da área estuarina do rio Ipojuca (PE) antes (NEUMANN-LEITÃO, 1986) e depois da construção do porto de Suape (NEUMANN-LEITÃO, 1994), mostraram uma estreita relação entre a ocorrência de Rotifera e do fitoplâncton. Dentre os rotíferos destaca-se na bacia portuária pelas grandes densidades *Brachionus plicatilis*, espécie eurialina (KOSTE, 1978) comum em estuários eutrofizados, alcançando seu máximo entre salinidades de 20 e 25 (OMORI; IKEDA, 1984).

Em estudos realizados por Eskinazi-Sant'Anna (1993) no estuário da Bacia do Pina - PE, *Brachionus plicatilis* destaca-se entre os organismos com maiores densidades. Estas altas densidades de uma única espécie indicam, por outro lado, distúrbio ambiental. Paranaguá e Neumann-Leitão (1980; 1981) registraram o predomínio de *Brachionus plicatilis* nos viveiros de cultivo de peixes de Itamaracá, principalmente nos viveiros que recebiam alta carga de fertilizante orgânico. Esta espécie é descrita como uma espécie cosmopolita, extremamente oportunista, indicadora de salinidade e de ecossistemas eutrofizados (KOSTE, 1978).

Além disso, o microzooplâncton da bacia portuária do Recife pode também ser um importante consumidor do bacterioplâncton, entretanto faltam dados para confirmar esta hipótese. Sherr *et al.* (1986) mencionam que pequenos protozoários (< 20 mm) consumiam de 40 a 45% do bacterioplâncton em águas estuarinas perto da ilha Sapelo, Georgia-USA. Bernard e Rassoulzadegan (1993) destacaram o papel do picoplâncton (cianobactéria e flagelados) na dieta dos Tintinnina, que por sua vez servem de elo entre a teia alimentar microbiana e os níveis mais elevados.

A matéria orgânica em suspensão, também tem sido uma fonte importante de alimento para o zooplâncton estuarino (DAY JÚNIOR *et al.*, 1989). Na bacia portuária principalmente no período chuvoso, é registrada grande quantidade de material em suspensão, boa parte de origem orgânica, a qual deve servir de alimento para várias espécies, entretanto, são necessários estudos mais detalhados. Parece, também, que para alguns Copepoda estuarinos o estoque de detritos representa uma fonte alternativa nutritiva (POULET, 1978).

A diversidade específica do zooplâncton no sistema estuarino da bacia portuária do Recife é classificada como média. Eskinazi-Sant'Anna (1993) e Silva *et al*. (1996) encontraram diversidade relativamente alta nesta mesma região, possivelmente devido a heterogeneidade ambiental, fato citado por Neumann-Leitão (1994) para o estuário do rio Ipojuca (PE), ambiente também extremamente eutrofizado. Pelo exposto, o estuário estudado é um ecossistema dominado por espécies tipicamente estuarinas e costeiras e a forte entrada do fluxo marinho na área permite que espécies neríticas sejam registradas neste ecossistema.

6.5 INTERAÇÃO FITOPLÂNCTON E ZOOPLÂNCTON

De acordo com Fragoso Júnior, Ferreira e Marques (2009), em modelos de eutrofização, a concentração do fitoplâncton é diretamente controlada pela população do zooplâncton, como também estão em função das variáveis externas (por exemplo, entrada de nutrientes e carga de poluente, temperatura, radiação solar, precipitação pluviométrica, entre outros).

Alguns estudos sugestionam que a disponibilidade de nutrientes determina a produtividade dos organismos aquáticos por meio de interações tróficas em cascata, ou seja, alterações na base da teia alimentar geram impactos ascendentes, ou controle por recurso (*bottom-up control*) sobre níveis tróficos mais altos. Distúrbios

no topo na teia alimentar, por exemplo, uma redução de peixes planctívoros e/ou bentívoros, pode levar a um aumento da comunidade zooplanctônica e a redução da ressuspensão de material do fundo e da população de fitoplâncton no sistema. Portanto, estas alterações sugerem efeitos tróficos em cascata descendentes (*top-down control*) atingindo comunidades aquáticas de níveis tróficos mais abaixo, o chamado de controle descendente ou predatório, ou seja, o zooplâncton regularizado pelos peixes, o fitoplâncton pelo zooplâncton etc (FRAGOSO JÚNIOR; FERREIRA; MARQUES, 2009; PETTIGROSSO; POPOVICH, 2009).

Na bacia portuária do Recife, as alterações na estrutura da comunidade fitoplanctônica coincidem com mudanças das concentrações de nutrientes e é seguida através de modificações na estrutura da comunidade do microzooplâncton.

Os resultados deste estudo permitem deduzir que neste ecossistema a ligação de diversidade do fitoplâncton (rede de 45 µm) com a diversidade dos copepodas (rede de 45 µm) (Correlação de Pearson, CP = 0,830; p = 0,006; r^2 = 0,738) e a correlação da biomassa fitoplanctônica (total e a fração pico-nanoplâncton) e a densidade zooplanctônica coletada com rede de plâncton (45 µm de abertura de malha) (CP = 0,741; p =0,036; r^2 = 0,549; e CP = 0,726; p = 0,042; r^2 = 0,527, respectivamente), existem por um mecanismo *top down*.

Além disso, a densidade celular fitoplanctônica esteve diretamente relacionada à temperatura da água, temperatura do ar, insolação, evaporação e velocidade do vento (CP = 0,727; p = 0,041 e r^2 = 0,529) e a densidade zooplanctônica coletada com rede de 45 µm (CP = 0,783; p = 0,022 e r^2 = 0,612) e

indiretamente a precipitação pluviométrica (CP = -0,727; p = 0,041 e r^2 = 0,529). Por outro lado, a densidade zooplanctônica coletada com rede de 45 µm esteve condicionada a densidade zooplanctônica coletada com rede de 64 µm (CP = 0,882; p = 0,004 e r^2 = 0,778). Estes valores sugerem que a população do microzooplâncton se limita por disponibilidade de alimento.

O enriquecimento ambiental causado pelo acúmulo de nutrientes no período chuvoso e às condições climatológicas (principalmente, de temperatura e insolação) no período de estiagem, favorecem, especialmente, um novo desenvolvimento dos organismos fitoplanctônicos. Este desenvolvimento resulta diretamente no crescimento do zooplâncton.

Deve-se notar, que o fitoplâncton no período chuvoso fornece alimento para organismos vivos nesta temporada, especialmente para os copépodas. Isso lhes permite acumular reservas e contribuir para uma sucessão com o surgimento de um número relativamente grande de náuplios de crustácea, principalmente no período chuvoso.

A grande quantidade dos copépodas sobre Mollusca é maior quando a clorofila *a* da fração do pico-nanofitoplâncton domina, no período de estiagem. Quando os copépodas estão ausentes contribuem para a baixa predação, o que poderia ser explicado pelo florescimento do gênero *Thalassiossira*.

A maioria dos organismos microzooplanctônicos são herbívoros e qualidade dos alimentos ingeridos por ele é provavelmente em função de seu tamanho. Outros grupos, como medusas e chaetognatas são carnívoros, os tintinídeos são geralmente considerados onívoros (TRÉGOUBOFF, 1957). As curvas comparativas das contagens de náuplios de copépodos e tintinídeos mostra curiosamente que existe uma relação inversa entre estes dois grupos de organismos. Não é impossível que estes protozoários sejam encontrados nos resíduos causados pela morte inevitável dos náuplios e outros animais ou suas excreções. Da mesma forma, o fitoplâncton pode ou não, entrar em sua nutrição, como evidenciado por outros indivíduos presente nos momentos de florescimento do fitoplâncton. O aparecimento de tintinídeos pode coincidir com altas concentrações de matéria orgânica dissolvida ou em decomposição, essas concentrações estão envolvidas no metabolismo que ocorre na bacia portuária, representando um papel intermediário entre o trabalho bacteriano e/ou remineralização rápida e direta de uma parte dos nutrientes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na bacia portuária do Recife, a maré vazante proporcionou altas concentrações de material particulado em suspensão, demanda bioquímica do oxigênio, amônia, nitrito, nitrato e fosfato e durante a preamar apresentou elevados valores de salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio e clorofila *a* da fração do microplâncton.

A presença de eutrofização cultural se restringiu apenas a alguns momentos específicos. A generalização de área impactada é minimizada pelo estreitamento da bacia portuária que contribui para a eliminação de poluentes provenientes dos rios, podendo reduzir o nível de eutrofização.

A característica de um canal estreito apresentou cisalhamento lateral que foi suficiente para gerar condições homogêneas laterais. As características de mistura e das correntes variaram sazonalmente. Em novembro de 2007 (período de estiagem), o perfil vertical médio de salinidade foi homogêneo, enquanto que em junho de 2007 (período chuvoso) foi parcialmente estratificado, motivado pelas intensidades das correntes e profundidade levemente maior, e pouca intensidade de vento quando comparado ao período de estiagem.

O sistema possui uma condição de autodepurador de matéria orgânica e exportador de nutrientes para a zona costeira adjacente. A taxa de renovação das águas é baixa, mostrando uma entrada de biomassa fitoplanctônica no local, demonstrando que o volume de mistura na bacia portuária do Recife é maior que o volume residual (domínio das descargas fluviais).

O enriquecimento da água por nutrientes (eutrofização) em novembro de 2007 (período de estiagem) contribui para um aumento da biomassa fitoplanctônica, principalmente da fração pico-nanoplâncton como também uma drástica diminuição da riqueza de espécie.

A caracterização da bacia portuária do Recife indicou ocorrência de mudanças sazonais significativas na tendência da composição planctônica que são decorrentes da precipitação pluviométrica, apresentando em junho de 2007 (período chuvoso) como qualitativamente mais rico e quantitativo mais pobre.

O estudo do plâncton demostrou que a região é diversificada em espécies de diversos grupos. As características hidroclimáticas, favoreceram o desenvolvimento do fitoplâncton, com alta riqueza (127 táxons) e estabilidade dos índices de

diversidade em torno de 3 bits.cel^{-1}, beneficiando a diversidade do grupo zooplanctônico, representado por 56 táxons.

O fitoplâncton está constituído essencialmente por Bacillariophycophyta, Myzozoa, Cyanobacteria e Chlorophycophyta, e o zooplâncton por Arthropoda, Mollusca, Rotifera, Ciliophora.

As diatomáceas *Coscinodiscus centralis*, *Plagiogramma* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Thalassiossira* sp., outras Coscinodiscophyceae e as cianobactérias *Nostochopsis* sp. e Oscillatoriaceae, são as mais representativas em frequência, em abundância e densidade e caracterizam o microfitoplâncton da área estudada. Podendo considerar a comunidade planctônica como típica de sistemas estuarinos, apresentando poucas espécies e/ou gêneros dominantes.

A estrutura ecológica da comunidade fitoplanctônica é influenciada pelo fluxo marinho e pelo fluxo limnético, condicionando a presença de espécies de água doce, apresentando espécies planctônicas, e ticoplanctônicas, resultantes dos processos de ressuspensão dos sedimentos e ventos na área.

A diversidade específica e a equitabilidade refletem a ocorrência, ou não, de formas dominantes, com os valores mais baixos de diversidade do plâncton registrados em novembro de 2007 (período de estiagem), com a dominância de *Thalassiossira* sp., e o predomínio dos copepodas, principalmente de *Oithona* sp. As diversidades mais elevadas, principalmente, em junho de 2007 (período chuvoso) estiveram associadas à presença de uma maior variedade de espécies, embora com menores densidades. O índice de diversidade constituiu um bom indicador do estado trófico da água, ocorrendo os valores mais baixos no momento mais eutrofizado.

A diversidade planctônica mais alta em junho de 2007 (período chuvoso) é devido ao volume de mistura no estuário da bacia portuária do Recife. Por outro lado, a densidade fitoplanctônica esteve vinculada a dois fatores: “estresse” (recursos nutrientes) e distúrbio do meio (fatores hidroclimatológicos), que favorecem em novembro de 2007 (período de estiagem) uma maior produção da biomassa fitoplanctônica. Consequentemente houve um aumento da comunidade zooplanctônica, sugerindo efeitos tróficos em cascata ascendente (*bottom-down effects*).

Estão presentes na população planctônica do porto do Recife espécies r-estrategista (oportunistas), ou seja, espécies competitivas em ambientes com

distúrbios frequentes, dominante em condições de baixo estresse (recurso - alimento), como os copepodas *Acartia lilljeborgi* e *Parvocalanus crassirostris*. As espécies c-estrategistas, que preferem, principalmente, condições de alta concentração de nutrientes e alta luminosidade, como as diatomáceas *Coscinodiscus centralis* e *Plagiogramma* sp. e o rotífero *Brachionus plicatilis*, também ocorrem.

7.1. RECOMENDAÇÕES

Portanto, sugere-se que a investigação do fito e zooplâncton devem ser usadas em conjunto para análise de indicadores biológicos. Intensificando a amostragem desta biota e a qualidade da água para o monitoramento na bacia portuária do Recife e nos estuários adjacentes para caracterizar variadas situações temporais (de maré e período anual), de forma a permitir uma melhor gestão dos recursos hídricos e medidas de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, E.; GAETA, S. A.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; KUTNER, M. B. B.; TEIXEIRA, C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila *a* e suas reações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicação especial do Instituto Oceanográfico***,* São Paulo, p. 9-43, 1993.

ALMEIDA, L. Q.; CARVALHO, P. F. A negação dos rios urbanos numa metrópole brasileira. **Grupo de Pesquisa Análise e Planejamento Territorial**, [S.l.], p. 1-18, 2009. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/gpapt/gpapt.htm>. Acesso em: 20 dez. 2009.

ALVES, C. Pelos caminhos do Capibaribe. **Jornal do Commercio**, Recife, 14 maio 1995. Caderno Cidades, p. 1-3.

AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marine**. Brest: CNEXO, 1983. 395 p.

ANDERSSON, G.; BERGGREN, H.; CRONGERG, G.; GELIN, C. Effect of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 59, p. 9-15, 1988.

APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 16. ed. New York: [s.n.], 1985. 268 p.

ARAÚJO, A. M.; MELO, M. C. V. Um plano de amostragem de qualidade d'água em estuários: Caso do Recife. **Revista brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 111-120, 2000.

ARAÚJO, A., BUENO, N. C., MEURER, T., BICUDO, C. E. M. Charophyceae. In: FORZZA, R. F.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTILLENI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catalogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

ARAUJO, H. M. P.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; LUCAS, A. P. O.; ALVES, J. P. H. Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 68, n. 4, p.751-762, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002a. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10520**: informação e documentação – citações em documentos - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002b. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR14724**: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6024**: informação e documentação – numeração progressiva das seções de um documento – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003a. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6027**: informação e documentação – sumário – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003b. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NRB 6028**: informação e documentação – resumo – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003c.

ATTRILL, M. J.; RUNDLE, S. D. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 55, p. 929-936, 2002.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. Diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da Ilha de São Luis, Estado do Maranhão, Brasil: excluindo Naviculales e Bacillariales. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luis, v. 13, p. 1-17, 2001.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. Diatomáceas epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da Ilha de São Luis, Estado do Maranhão, Brasil: Naviculales e Bacillariales. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luis, v. 12, p.13-22, 1999.

BALECH, E. **Los dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental.** Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion, 1988. 310 p. (Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografia, n. 1).

BARRIA De CAO, M. S. Abundance and species composition of Tintinnina (Ciliophora) in Bahia Blanca Estuary, Argentina. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 34, n. 3, p. 295-303, 1992.

BARROS, M. M. S. B. Profissionais de ponta. **Téchne**, São Paulo, v. 11, n. 73, p. 14, 2003.

BASSANI, C. **Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton e suas relações com os fatores ambientais na Baía do Espírito Santo (ES, Brasil).** 1993. 74 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

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, v. 33, n. 1, p. 1–18, 2005.

BASU, B. K.; PICK, F. R. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 41, p. 1572–1577, 1996.

BASU, B. K.; PICK, F. R. Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate rivers. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 19, p. 237–253, 1997.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. **Manual de analises em oceanografia química.** Rio Grande: EDFURG, 1996. 132 p.

BAUMGARTEN, M. G.Z.; NIENCHESKI, L. F. H.; VEECK, L. Nutrientes na coluna da água e na água intersticial de sedimentos de uma enseada rasa estuarina com aportes de origem antrópica (RS–Brasil). **Atlântica**, Rio Grande, v. 23, p. 101-116, 2001.

BELTRÃO, A. L; MAIA, J. T. A.; OLIVEIRA, M. L.; FARIAS, V. P. **Diagnóstico ambiental do Município de Olinda**. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH, 1995. 160 p.

BERNARD, C.; RASSOULZADEGAN, F. The role of picoplankton (cyanobacteria and plastidic picoflagellates) in the diet of tintinnids. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 361-373, 1993.

BERTOLETTI, E. Testes de toxicidade com organismos aquáticos. In: ENCONTRO DE ECOTOXICOLOGIA DOS PESTICIDAS, 1988, Rio de Janeiro. **Resumos ...** Rio de Janeiro: EDUERJ, 1988.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino da Ciência, 1970. 228 p.

BILLARD, C.; CHRETIENNOT-DINET, M. J. Métodos para el estudio de los fitoflagelados. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA, E. C.; SAR, E. (Ed.). **Manual de métodos ficológicos**. Concepción: Universidad de Concepción, 1995. p. 25-54.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. A comunidade fitoplanctônica do rio Tibagi: uma abordagem preliminar de sua diversidade. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A. PIMENTA, J. A. (Ed.). **A bacia do rio Tibagi.** Londrina: M. E. Medri, 2002. 595 p.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. p. 587-680.

BJÖRNBERG, T. K. S. On the free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanografico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-142, 1963.

BODWEN, K. F. The mixing processes in a tidal estuary. **Journal Air Water Pollution**, [S.l.], v. 7, p. 343-356, 1963.

BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudocidental y Metodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del plata: INIDEP, 1981. 936 p.

BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic zooplankton**. Leiden: Backhys, 1999. 2 v.

BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton marinho. In: Pereira, R. C.; Soares-Gomes, A. (Org.). **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 103-125.

BOUGIS, P. **Ecologie du plancton marine**. II. Le zooplankton. Paris: Masson Press, 1974. n. 2, 200 p.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce:** inition á la sistématique. 2. ed. Paris: N. Boubée, 1972. 572 p. 3 v. (v. 1: Les algues Vertes).

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alburn: Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, 1990. 482 p.

BOYD, C. E. **Water quality in warm water fish pond**. Alburn: Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, 1972. 359 p.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 318 p.

BRAGA, R. A. **Caracterização ambiental do rio Beberibe e propostas de recomposição.** In: JATOBÁ, L. (Org.). Estudos nordestinos de meio ambiente. Recife: Fundaj, Ed. Massangana, 1986. 342 p.

BRANCO, E. S. **Influência das variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica Estuarina**. Recife, EDUFPE, 2008. 266 p.

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**, Recife, v. 30, n. 2, p. 79-96, 2002.

BRANDINI, F. P. Composição e distribuição do fitoplâncton na Região Sueste do Brasil e suas relações com as massas de água (Operação Sueste – julho/agosto 1982). **Ciência e Cultura,** São Paulo, v. 4, n. 40, p. 334-341. 1988.

BRANDINI, F. P.; FERNANDES, L. F. Microalgae of the continental shelf off Paraná State, southeastern Brazil: a review of studies. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 69-80, 1996.

BRANDO, V. E.; CECCARELLI, R.; LIBRALATO, S.; RAVAGNAN, G. Assessment of environmental management effects in a shallow water basin using mass-balance models. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 172, p. 213-232, 2004.

BURKILL, P. H.; MANTOURA, R. F. C.; LLEWELLYN, C. A.; OWENS, N. J. P. Microzooplankton grazing and selectivity of phytoplankton in coastal waters. **Marine Biology**, Heidelberg, v. 93, p. 581–590, 1987.

BUSKEY, E. J. Annual pattern of micro- and mesozooplankton abundance and biomass in a subtropical estuary. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 15, n. 8, p. 907-924, 1993.

CALBET, A.; LANDRY, M. R.; SCHEINBERG, R. D. Copepod grazing in a subtropical bay: species-specific responses to a midsummer increase in nanoplankton standing stock. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf/Luhe, Germany, v. 193, p. 75-84, 2000.

CAMPELO, M. J. A.; PASSAVANTE, J. Z. O.; KOENING, M. L. Biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) e parâmetros ambientais na Praia de Carne de Vaca (GOIANA -PE). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 27, n. 2, p. 27-41, 1999.

CAPRIULO, G. M.; CARPENTER, E. J. Abundance, species composition and feeding impact of tintinnid micro-zooplankton in central Long Island Sound. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf/Luhe, Germany, v. 10, p. 277-288, 1983.

CAPRIULO, G. M.; CARPENTER, E. J. Grazing by 35 to 202 μm microzooplankton in Long Island Sound. **Marine Biology**, Heidelberg, v. 56, p. 319-326, 1980.

CAPRIULO, G. M.; SMITH, G.; TROY, R.; WIKFORS, G. H.; PELLET, J.; YARISH, C. The planktonic food web structure of a temperate zone estuary, and its alteration due to eutrophication. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 475/476, p. 263- 333, 2002.

CARMICHAEL, W. W. The toxins of cyanobacteria. **Scientific American,** New York, v. 270, p. 64–70, 1994.

CARMICHAEL, W. W.; GORHAM, P. R. **The mosaic nature of toxic blooms of cyanobactoria (blue-green algae) and their toxins.** In: CARMICHAEL, W. W. (Ed.). The water environment: algal toxic and health. New York: Plenum Press, 1981. p. 161-172. (Cap. 8).

CARR, N. G.; WHITTON, B. A. **The biology of cyanobacteria**. London: Blackwell Scientific Publication, 1982. 688 p.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. Tábuas das marés de junho de 2007. 2007a.Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/30645Jun2007.htm>. Acesso em: 20 fev. 2007.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. Tábuas das marés de novembro de 2007. 2007b. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/30645Nov2007.htm>. Acesso em 20 fev. 2007.

CHAPMAN, D. Water quality assessment. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. UNESCO/WHO/UNEP. (Ed) Chapman & Hall, 585p., 1992.

CHRETIÉNNOT-DINNET, M. J.; BILARD, C.; SOURNIA, A. Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées et Tribophycées In: SOURNIA, A. (Dir.). **Atlas du phytoplankton marin**. Paris: Editions du Centre National Recherche Scientifique, 1990. v. 3, 261 p.

CHRISTOFFERSEN, K. Ecological implications of cyanobacterial toxins in aquatic food webs. **Phycologia,** Lawrence, USA, v. 35, p. 42–50, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 6. reimp. São Paulo: Edgard Blucher, 2000. 188 p.

CLOERN, J. E. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf/Luhe, Germany, v. 210, p. 223–253, 2001.

COLIJN, F.; CADÉE, G. C. Is phytoplankton growth in the Wadden Sea light or nitrogen limited? **Journal of Sea Research**, Netherlands, v. 49, p. 83-93, 2003.

COMPANHIA PERNAMBUCO DO MEIO AMBIENTE. DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E FLORESTAIS. **Relatório de Monitoramento de bacias hidrográficas de PE.** Recife: Gerência de Recursos Hídricos, 2001. 7 p. Cap. 3.2.6: Beberibe. Disponível em: <www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em: 27 dez. 2009.

COMPANHIA PERNAMBUCO DO MEIO AMBIENTE. DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E FLORESTAIS. **Relatório de Monitoramento de bacias hidrográficas de PE.** Recife: Gerência de Recursos Hídricos, 2008. 5 p. Cap. 3.2.6: Beberibe. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/I_Cap_3_2_6_Beberibe.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2009.

CONAMA. **Resolução Conama Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf>. Acesso em: Acesso: 25 abr. 2010.

CONDEPE. **Perfil fisiográfico das bacias hidrográficas de Pernambuco.** Recife: CONDEPE, 1980. 275 p.

CORDEIRO, T. A.; BRANDINI, F. P.; MARTENS, P. Spatial distribution of the Tintinnina (Ciliophora, Protista) in the North Sea, spring of 1986. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 19, n. 10, p. 1371-1383, 1997.

COSTA, K. M. P.; MACÊDO, S. J. Estudo hidrológico do Rio Timbó (Pernambuco - Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 20, p. 7-33, 1989.

COUTINHO, P.N. **Estudos das condições de sedimentação do Porto do Recife.** 1961. 29 f. Relatório (Graduação) – Graduação em Geologia. Universidade do Recife, Recife, PE, 1961.

CUNHA, I. A. Fronteiras da gestão: os conflitos ambientais das atividades portuárias. **Revista de Administração Pública,** Rio de Janeiro, v. 40, n. 6, p.1019-1040, 2006a.

CUNHA, I. A. Negociação ambiental em áreas portuárias e sustentabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 59-70, 2006b.

CUNHA, L. C. **Biogeochemical processes in the coastal zone**. [S.l.], Max Planck Institute for Biogeochemistry Jena, 2005. 20 p. (Solas Project). Disponível em: <http://www.solas-int.org/summerschool/lectures/2005lectures>. Acesso: 25 ago. 2010.

CUPP, E. D. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. **Bulletin of the Institution of the Scripps Institution of Oceanography**, Berkeley, v. 5, p. 237, 1943.

DARLEY, W. M. Algae and mankind. In: WILKINSONS, J. F. (Ed.). **Algal biology:** a physiological approach. London: Blackwell, 1982. p. 143-151. cap. 9.

DAY JÚNIOR, J. W.; HALL, C. A. J.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine ecology.** New York : J. Wiley, 1989. 556 p.

De BOOR, C. **A pratical guide to splines**. Berlim: Springer-Verlag, 1978. 400 p.

DELGADO NORIEGA, C. E. **Estado trófico e balanço biogeoquímico dos nutrientes não conservativos (N e P) na Região Metropolitana do Recife-Brasil**. 2010. 101 f.Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

DELGADO NORIEGA, C. E. **Influência hidrológica e grau de poluição dos rios pirapama e jaboatão no estuário da Barra das Jangadas (PE – Brasil):** ciclo nictemeral**.** Recife, 2004. 165 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2004.

DELGADO NORIEGA, C. E.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N.; FLORES MONTES, M. J.; GREGO, C. K. S.; SOARES, G. S. S.; SILVA, H. P. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco-Brasil). **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 38, p. 5-18, 2005a.

DELGADO NORIEGA, C. E.; MUNIZ, K.; ARAÚJO, M. C.; TRAVASSOS, R. K.; NEUMANN-LEITÃO, S. Fluxos de nutrientes inorgânicos dissolvidos em um estuário tropical – Barra das Jangadas – PE, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 133-145, 2005b.

DEMERES, S.; TERRIALT, J. C.; BOURGET, E.; BAH, A. Ressuspension in the shallow sublittoral zone of a macrotidal estuarine environment wind influence. **Limnology and Oceanography,** Baltimore, v. 32, n. 2, p. 327-339, 1987.

DeMOTT, W. R. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. **Oecologia,** [S.l.], v. 69, p. 334–340, 1986.

DeMOTT, W.R.; MOXTER, F. Foraging on cyanobacteria by copepods: responses to chemical defences and resource abundance. **Ecology**, [S.l.], v. 72, p. 1820–1834, 1991.

DESIKACHARY, T.V. **Cyanophyta**. New Delhi: Indian Council of Agricultural Reserch, 1959. 686 p.

DEVASSY, V. P.; GÓES, J. I. Phytoplankton community structure and sucession in a tropical estuarine complex (Central West Coast of India). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 27, p. 671-685, 1988.

DODGE, J. D. **Marine dinoflagellates of Bristish Isles.** Londres: Her Majesty's Stationary Office, 1982. 303 p.

DOLAN, J. R.; GALLEGOS, C. C. Estuarine diversity of tintinnids (planktonic ciliates). **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 23, n. 9, p. 1009-1027, 2001.

DOLAN, J. R.; MARRASÉ, C. Planktonic ciliate distribution relative to a deep chlorophyll maximum: Catalan Sea, NW Mediterranean June 1993. **Deep-Sea Research,** [S.l.], Part I, v. 42, n. 11-12, p. 1965-1987, 1995.

DONAGHAY, P. L. Role of temporal scales of aclimation, food quality and trophic dominance in controlling the evolution of copepod feeding behavior. **Bulletin of Marine Science**, Miami, v. 43, n. 3, p. 469-485, 1988.

DORIA FILHO, U. **Introdução a bioestatística**: para simples mortais. São Paulo: Negocio, 1999. 152 p.

DOWNIN, A. L; LEIBOLD, M. A. Ecosystem consequences of species richness and composition in pond food webs. **Nature**, Londres, v. 416, p. 837-841, 2002.

DUXBURY, A. B.; DUXBURY, A. C. **Fundamentals of oceanography.** 2. Ed. Duduque: Wm. C. Brown Publishers, 1996. 308 p.

DYER, K. R. The salt balance in stratified estuaries. **Estuarine Coastal Marine Science**, [S.l.], v. 2, p. 273-281, 1974.

EDMONDSON, W. T.; LITT, A. H. Daphnia in Lake Washington. **Limnology and Oceanography,** Baltimore, v. 27, p. 272–293, 1982.

ELLIOTT, E. T; CASTANARES, L. G.; PEARLMUTTER, D.; PORTER, K. G. Trophic level control of production and nutrient dynamics in an experimental planktonic community. **Oikos**, Copenhagen, v. 41, p. 7-16, 1983.

ELLIOTT, M.; McLUSKY, D. S. The need for definitons in undestanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 55, p. 815-827, 2002.

ESKINAZI-LEÇA, E.; CUNHA, M. G. G. S.; SANTIAGO, M. F.; BORGES, G. C. P.; LIMA, J. C.; SILVA, M. H.; LIMA, E. P.; MENEZES, M. Bacillariophyceae. In: FORZZA, R. F.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTILLENI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catalogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Microalgas planctônicas: bioindicadores de ecossistemas marinhos do estado de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 56., 2005, Curitiba. **Resumo** ... Curitiba: Sociedade Brasileira de Botânica, 2005.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Microalgas marinhas de Pernambuco: A vegetação que você nunca vê. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINARI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T. (Org.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil.** Recife: SBB/EDUFRPE, 2002. p. 186-189.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. O fitoplâncton: Estrutura e produtividade. In: BARROS, M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S. J.; LIMA, P. (Org.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais.** Recife: EDUFPE, 2000. p. 68.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L. Microalgas Marinhas do Estado de Pernambuco. IN: TABARELLI, M.; SILVA, J. C. (Orgs). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente / Massangana, 2002. p. 79-86. (v. 2, cap. 4).

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. **Estrutura e biomassa da comunidade zooplânctonica da Bacia do Pina (Pernambuco-Brasil) relacionadas com fatores ambientais**. 1993. 195 p. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1993.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Zooplankton abundance and biomass in a tropical estuary (Pina estuary-northeast Brazil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 28, n. 1, p. 21- 34, 2000.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; TUNDISI, J. G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 23-33, 1996.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 575 p.

FACCA, C.; SFRISO, A.; SOCAL, G. Changes in abundance and composition of phytoplankton and microphytobenthos due to increase sediment fluxes in the Venice lagoon, Italy. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** Londres, v. 54, p. 773-792, 2002.

FARRAPEIRA, C. M. R.; MELO, A. V. O. M.; BARBOSA, D. F.; SILVA, K. M. E. Ship hull fouling in the Port of Recife, Pernambuco. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 55, n. 3, p. 207-221, 2007

FEITOSA, F. A. N. **Produção primária do fioplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife - Pernambuco - Brasil)**. 1988. 270 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1988.

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

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA, K. M. P. Distribuição espacial e Temporal da Biomassa Fitoplanctônica Relacionada com Parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife – PE). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 27, n. 2. p. 1-13, 1999.

FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. Distribuição espacial e temporal da biomassa primária do fitoplâncton na Bacia do Pina (Recife- Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos,** Recife, v. 22, p. 65-82, 1991/1993.

FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton da Bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 21, p. 33-46, 1990.

FEITOSA, F. A. N.; SILVA CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; LINS, I. C. Estrutura do microfitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 27, n. 2, p. 15-25, 1999.

FENCHEL, T. Relation between particle size selection and clearance in suspension-feeding ciliates. **Limnology and Oceanography,** Baltimore, v. 25, n. 4, p. 733-738, 1980.

FERNANDES, L. F.; BRANDINI, F. Microplankton communities in the southern Atlantic ocean: biomass na distribution in November. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, n. 47, p.367-75, 1999.

FERRARIO, M., SAR, E.; SALA, S. Metodologia básica para el estúdio del fitoplâncton com especial referencia a las diatomeas. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA, E. C.; SAR, E. (org.) **Manual de métodos ficológicos**. Concepción: Universidad de Concepción, 1995. p. 1-23. (Cap. 1).

FERRARIO, M.; SAR, E.; SALA, S. Diatomeas potencialmente toxígenas del cono Sur Americano. In: SAR, E. A.; FERRARIO, M.E.; REGUERA, B. (Ed.). **Floraciones algales nocivas en El Cono Sur Americano**. Instituto Español de Oceanografia, 2002. p.169-94.

FERREIRA, L. C.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; FEITOSA, F. A. N.; SANTIAGO M. F.; MUNIZ, K. Variação temporal do fi toplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 214-224, 2010.

FIGUEIREDO, J. A; MUNIZ, K.; MACÊDO, S. J.; FLORES MONTES, M. J.; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz), em Itamaracá-PE: Variação Nictemeral. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 39, p. 5-17, 2006.

FINKEL, Z. V.; BEARDALL, J.; FLYNN, K. J.; QUIGG, A.; T. A. V.; REES; J. A. RAVEN. Phytoplankton in a changing world: cell size and elemental stoichiometry. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 119–137, 2010.

FLORES MONTES, M. J.; MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L.; CORREIA, I. L. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no Canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE-Brasil. **Trabalhos Oceanográficos,** Recife, v. 26, n. 1, p. 13-26,1998.

FRAGOSO JR., C. R.; FERREIRA, T. F.; MARQUES, D. M. **Modelagem ecológica em ecossistemas aquáticos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 304 p.

FRANCESCHINI, I. M.; PRADO, J. F.; BURLIGA, A. L. Diversidade. In: FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B.; PRADO, J. F.; RÉZIG, S. H. (Org.). **Algas:** uma abordagem filogenética, taxônomica e ecológica. Porto Alegre: Artmed, 2010. 332 p. (Cap. 3, p. 74-213).

FRENCH, P. W. **Coastal and estuarine management**. Londres: Routledge, 1997. 251 p. (Routledge Environmental Management Series).

FULTON, R. S. I.; JONES, R. C. Growth and reproductive responses of Daphnia cyanobacterial blooms on the Potomac River. **Int. Rev. Gesamten Hydrobiol**., [S.l.], v. 76, p. 5–19, 1991.

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

GABRIELSON, J. O.; LUKATELICH, R. J. Wind related resuspension of sediments in Peel-Harvey Estuarine System. **Estuarine, Coastal, and Shelf Science,** Londres, v. 20, n. 2, p. 135-145, 1985.

GAMEIRO, C.; CARTAXANA, P.; CABRITAS, M. T.; BROTAS, F. Variability in chlorophyll composition in an estuarine system. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 3, p. 533-544, 2000.

GEIDER, R. J. Photosynthesis or planktonic respiration? **Nature**, Londres, v. 388, p. 133, 1997.

GEYER, W. R. Influence of wind on dynamics and flushing of shallow estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 44, p. 713-722, 1997.

GHADOUANI, A.; PINEL-ALLOUL, B.; PREPAS, E. E. Effects of experimentally induced cyanobacterial blooms on crustacean zooplankton communities. **Freshwater Biol.**, [S.l.], v. 48, p. 363–381, 2003.

GIANESELLA, S. M. F.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P.; MIRANDA, L. B.; CORRÊA, M. A.; MOSER, G. A. O. Short-term variability and transporto f nutrients and chlorophyll-a in Bertioga channel, São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 53, n. 3-4, p. 99-114, 2005.

GIASENELLA, S. M. F.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P. Características químicas. In: PIRES-VANIN, A. M. S. (Org.). Oceanografia de um ecossistema subtropical: plataforma de São Sebastião, SP. São Paulo: EDUSP, 2008. (Parte II – Domínio físico, p. 183-203).

GILBERT, J. J. Differential effects of *Anabaena affınis* on cladocerans and rotifers: Mechanisms and implications. **Ecology,** Ithaca, NY, v. 71, p. 1727–1740, 1990.

GILBERT, J. J.; DURAND, M. W. Effect of *Anabaena flos-aquae* on the abilities of Daphnia and Keratella to feed and reproduce on unicellular algae. **Freshwater Biol.,** [S.l.], v. 24: p. 577–596, 1990.

GIORGIO, P. A.; COLE, J. J. Photosynthesis or planktonic respiration? **Nature**, Londres, v. 388, p. 132-133, 1997.

GLIWICZ, Z. M. Daphnia growth at different concentrations of blue-green filaments. **Hydrobiologia,** Heidelberg, v. 120, p. 51–65, 1990.

GRANELI, E. Nutrient Limitation of phytoplankton biomass in a brackish water bay highly influenced by river discharge. **Estuarine Costal and Shelf Science**, Londres, v. 25, p. 555-565, 1987.

GRASSHOFF, F. K.; EMRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2. ed. Nova Iorque: Verlag Chemie, 1983. 419 p.

GREEN, J. **The biology of estuarine animals.** Londres: Sidgwick de Jackson, 1968. 401 p.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO da SILVA, M.; FLORES MONTES, M. de J. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista-PE). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n.2, p. 181-199, 2004.

GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation processes**. Chichester: Wiley- Iterscience, 1979. 351 p.

GUIRY, M. D.; GUIRY, G. W. **Algae base**: world-wide eletronic publication. Galway: National University of Ireland, 2010. Disponível em: <http://www.algaebase.org>. Acesso em: 5 jan. 2010.

HALLEGRAEFF, G. M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. **Phycologia,** Lawrence, USA, v. 32, p. 79–99, 1993.

HANSSON, L. A.; BERGMAN, E.; CRONBERG, C. Size structure and succession in phytoplankton communities: the impact of interactions between herbivory and predation. **Oikos,** Copenhagen, v. 81, p. 337–345, 1998.

HASLE, G. R. The inverted-microscope methods. In: SOURNIA, A. (Ed.). **Phytoplankton manual**. Paris: Unesco, 1978. p. 88-96.

HENDEY, N. I. **An introductory account of the smaller algae of British coastal waters.** Koenigstein: Otto Koeltz Science, 1976. 408 p. (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food; Fishery Investigations Series IV; pt. 5: Bacillariophyceae - Diatoms).

HO, A. Y. T.; XU, J.; YIN, K.; JIANG, Y.; YUAN, X.; HE, L.; ANDERSON, D. M.; LEE, J. H. W.; HARRISON, P. J. Phytoplankton biomass and production in subtropical Hong Kong waters: influence of the Pearl river outflow. **Estuaries and Coasts**, [S.l.], v. 33, p. 170–181, 2010.

HOGUANE, A. M.; HILL, A. E.; SIMPSON, J. H.; BOWERS, D. G. Diurnal and tidal variation of temperature and salinity in the Ponta Rasa mangrove swamp, Mozambique. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 49, p. 251-264, 1999.

HONORATO DA SILVA, M. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil)**. 2009. 170 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2009.

HONORATO da SILVA, M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n. 1, p. 89-106, 2004.

HONORATO DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GREGO; C. K. S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 355-368, 2009.

HUISMAN, J.; WEISSING, F. J. Biodiversity of plankton by species oscillations and chaos. **Nature,** Londres, v. 402, n. 25, p. 407-410, 1999.

HUNKINS, K. Salt dispersion in the Hudson estuary. **Journal of Physical Oceanography**, New York, v. 11, p. 729-738, 1981.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berucksichtigung der ubrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. **Kriptogamen-Flora von Deutschlands, Österreichs und der Schweiz**, Leipzig, v. 7, pt. 1, p. 920, 1930; pt. 2, p. 845, 1959; pt . 3, p. 816, 1961-1966.

HUYS, R.; BOXSHALL, G. A. **Copepod evolution**. Londres: The Ray Society, 1991. 468 p.

HUYS, R.; GEE, J. M.; MOORE, C. G.; HAMOND, R. **Marine and brackish water harpacticoid Copepods London.** In: BARNES, R. S. K.; CROTHERS, J. H. (Ed.). Synopses of the British fauna. Londres: The Society of Londres, 1996. 352 p. (New series, n. 51, parte: 1).

INFANTE, A. G. **El plancton de las aguas continentales**. Caracas: Escuela de Biología, 1988. 130 p.

IRIGOIEN, X.; HUISMAN, J.; HARRIS, R. P. Global biodiversity patterns of marine phytoplankton and zooplankton. **Nature**, Londres, v. 429, n. 24, p. 863-867, 2004.

JEFFRIES, H. P. Succession of Two Acartia Species in Estuaries. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 7, n. 3, p. 354-364, 1962.

JESUS. A. R. S.; ODEBRECHT, C. Impacto da herbivoria do microzooplâncton no fitoplâncton no estuário da lagoa dos patos (verão). **Atlântica**, Rio Grande, v. 24, n. 1, p. 37-44, 2002.

JIMÉNEZ, R. El fitoplancton como possible indicador del afloramiento originado por la subcorriente ecuatorial (Corriente of Cromwell) al oeste de las Islas Galápagos. In: MEMÓRIAS DEL SEMINÁRIO SOBRE INDICADORES BIOLÓGICOS DEL PLÂNCTON, 1980, [Cidade - Peru]. **Proceedings ...** [S.l.]: UNESCO, 1980. p. 24-44.

JOSE, V. F.; NIPPER, M. G. Efeitos de agentes tóxicos sobre copépodos marinhos planctônicos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, São Paulo. **Resumos ...** São Paulo: [s.n.], 1990.

KLEPPEL, G. S. The State of Florida's estuaries and future needs in estuarine research. **Technical Paper**, Gainesville, v. 85, p. 43-51, 1996.

KOENING, M. L.; LIRA, C. G. O gênero *Ceratium* Schrank (Dinophyta) na plataforma continental e águas oceânicas do estado de Pernambuco, Brasil. **Acta botanica brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 391-397, 2005.

KOENING, M. L.; MACÊDO, S. J.; TRAVASSOS, P. E. P. F.; PASSAVANTE, J. Z. O. Phytoplankton biomass of the Capibaribe River estuary (Recife-Pernambuco-Brazil). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 1071-1083, 1995.

KOENING, M. L.; WANDERLEY, B. E.; MACÊDO, S. J. Microphytoplankton structure from the neritic and oceanic regions of Pernambuco State – Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 69, n. 4, p, 1037-1046, 2009.

KOSTE, W. **Rotatoria**: **Die Radertirere Mitteleuropas ein Bestimmungswerk begrundet von Max Voigt**. Uberordnung Monogononta, 2 Aufl. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1978. 637 p.

KRASILCHIK, M. **Alga**. Jornal da Secção de Biologia. CULTUS/IBECC-UNESCO, São Paulo, 13 p. 1961.

KREBS, C. J. **The experimental analysis of distribution and abundance.** 3. ed. New York: Harper & Row, 1985. p.433-700. Cap.: Distribution and abundance at the community level.

KUBITZA, F. **Qualidade da água, planejamento da produção e manejo alimentar em piscicultura**. Cursos Avançados em Piscicultura, 77 p. 2000.

LACERDA, S. R. **Série temporal do fitoplâncton no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil).** 2004. 246 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2004.

LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANNLEITÃO, S.; FLORES MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá-Pernambuco-Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. Biological oceanography: an introduction. New York: Elsevier, 1997. 314 p.

LANDRY, M. R.; HASSETT, R. P. Estimating the grazing impact of marine micro-zooplankton. **Marine Biology**, Heidelberg, v. 67, n. 3, p. 283-288. 1982.

LANDRY, M. R.; HASSETT, R. P.; FAGERNESS, V.; DOWNS, J.; LORENZEN, C. J. Effect of food acclimation on assimilation efficiency in Calanus pacificus. **Limnology and Oceanography,** Baltimore, v. 29, p. 361–364, 1984.

LEMOS, V. A.; COSTA, R. M.; PEREIRA, L. C. C. Taxas de filtração e ingestão de *Thalassiosira weissflogii* (Bacillariophyta) por *Euterpina acutifrons* Dana (Copepoda). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 1, n. 3, p. 121-127, 2006.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitárias de las fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biologia Marina,** Valparaiso, n. 22, p. 1-29, 1986.

LOPES, R. M. **Zooplâncton do estuário do Rio Guaraú (Peruíbe, São Paulo): composição, distribuição espacial e variação sazonal no período de outubro/86 a outubro/87**. 1989. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1989.

LOPES, R. M. Zooplankton distribution in the Guaraú river estuary (South-eastern Brazil). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 39, n. 3, p. 287-302, 1994.

LOSADA, A. P. M. **Biomassa fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos, nos estuários dos rios Ihetas e Mamucaba, e na Baía de Tamandaré (Pernambuco – Brasil).** 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2000.

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**, Recife, v. 31, n.1, p. 1-26, 2003.

LOURENÇO, S. O.; MARQUES JÚNIOR., A. N. Produção primária marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 195-227.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities.** Cambridge: Cambridge University, 1987. 372 p.

LUND, J. W. B. The ecology of freshwater phytoplankton. **Biol. Ver.**, [S.l.], n. 40, p. 231-293, 1965.

MABESOONE, J. M.; COUTINHO, P. N. Littoral and shallow marine geology of northeastern Brazil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 12, p. 1-214, 1970.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco - Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 346-368, 1978.

MACÊDO, S. J.; FLORES MONTES, M. J.; LINS, I. C. Características abióticas da área. In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S. J.; LIMA, T. (Ed.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife: EDUFPE, 2000. 252 p. p. 7-25.

MACÊDO, S. J.; TRAVASSOS, P. E. P. F.; KOENING., M. L. General aspects of water pollution in the State of Pernambuco, Brazil. **Coastal Environmental Poll. Prev.**, [local], v. 1, p. 11-21, 1993.

MAIA & TORRES CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA. **Projeto de dragagem de aprofundamento do canal de acesso, bacia de evolução e berços de atracação do porto organizado do Recife.** Recife: [s.n], 2008. Disponível em: <http://www.portosdobrasil.gov.br/editais/licitacao-internacional/concorrencia-publica-internacional-porto-de-recife/Volume%20I%20Texto.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2009.

MAIA, P. R. **Composição e densidade fitoplanctônica na Bacia do Pina, Recife, PE.** Recife, 1995. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Oceanografia Biológica Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1995.

MALONE, T. C. Algal Size. In: MORRIS, I. (Ed.) **The physiological ecology of phytoplankton**. Berkeley: Univ. of California Press, 1980. p. 433-463.

MARGALEF, R. Diversity. In: SOURNIA, A. (ed.). **Phytoplankton manual**. Paris: UNESCO, 1978. p. 25-260.

MARGALEF, R. **Ecologia.** 7. ed. Barcelona: Omega, 1991. 951 p.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ômega, 1983. 700 p.

MARGALEF, R. **Perspectives in ecological theory**. Chicago: University of Chicago Press, 1968. p. 111.

MARGALEF, R. Temporal sucession and spatial heterogeneity in phytoplankton, in: BUZZATI-TRAVERSO, A. A. (Ed.) **Perspectives in Marine Biology.** Berkeley: Universidade California Press, 1958. p. 323-349.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La metodologia para el estudo de la vegetácion. **Collection de Monografias Cientificas**, [S.l.], n. 2, 168 p., 1982. (Série Biologia).

MATHIAS, A. M. F. **A qualidade das águas e o fitoplâncton do ecossistema costeiro da Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes (Rio de Janeiro-Brasil)**. 1998. 106 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

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

MATTA, M. E. M.; FLYNN, M. N. Estrutura da comunidade fitoplanctônica no gradiente de salinidade do estuário de Cananéia – SP. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 59-69, 2008.

McLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem.** 2. ed. Glasgow: Blackie, 1989.

MELO, N. A. **Diagnóstico geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Cuia – João Pessoa / PB.** 2001. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Geologia Sedimentar e Ambiental. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2001.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; KOENING, M. L.; SANT'ANNA, C. L. Fitoplâncton e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 73-86, 2004.

MENDIOLA, B. R.; OCHOA, N.; GOMES, O. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de massa d'água – fenômeno El Niño 1972. In: SEMINÁRIO SOBRE INDICADORES BIOLÓGICOS DEL PLÂNCTON, 1980, El Callão, Peru. **Memórias...** El Callão: UNESCO, 1980, p. 54-76.

MENEZES, M. Chlorophyceae. In: FORZZA, R. F.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTILLENI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catalogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010a.

MENEZES, M. Chrysophyceae. In: FORZZA, R. F.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTILLENI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catalogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010b.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. **Water quality assessmet.** Cambridge: University, 1992. 585 p.

MILLER, C. B. The zooplankton of estuaries. In: KENTCHUM, B. H. (Ed.). **Estuaries and enclosed seas**. [S.l.: s.n.], 1976. p. 103-149. (Ecosystems of the world, 26).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na escala da União.** Brasília: MMA/PNMA, 1996. 280 p.

MIRANDA L. B.; CASTRO B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002. 416 p. (Acadêmica, n. 42).

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M. de; KJERFVE, B. Circulation and mixing in the Bertioga Channel (SP, Brazil) due to tidal forcing. **Estuaries**, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 204-214. 1998.

MONTÚ, A. M.; GOEDEN, I. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacean) do Estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 1-134, 1986.

MONTÚ, M. A. Síntese dos conhecimentos sobre zooplâncton estuarino. Estuário do sistema lagunar de Cananéia, complexo da Baía de Paranaguá e Lagoa dos Patos. **Publicações ACIESP**, [S.l.], v. 54, n. 3, p. 176-193, 1987.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação táxonômica e ecológica das diatomáceas (Crysophyta, Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biológica brasílica**, Recife, v. 6, n. 1/2, p. 87-110, 1994/1995.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. T.; CUNHA, J. A. Avaliação táxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos,** Recife, v. 27, n. 1, p. 55-90, 1999.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE–MOREIRA, I. M; SOUZA–MOSMANN, R. M.; CUNHA, J. A. Avaliação floristica e ecológica das Diatomáceas (*Chrysophyta- Bacillariophyceae*) marinha e estuarinas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 25, p.5-48, 1990.

MOREIRA, M. O. P. **Produção do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical (Estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará)**. 1994. 338 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1994.

MORIN, P. J.; FOX, J. W. Diversity in the deep blue sea. **Nature**, Londres, v. 429, n. 24, p. 863-867, 2004.

MOURA JUNIOR, A. M. **Microfitoplâncton no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe.** 1997. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 1997.

MOURA, A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. Diatomáceas perifíticas fixadas em substratos natural e artificial nos estuários dos Rios Paripe e Igarassu-Ilha de Itamaracá-PE. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 22, p. 83-96, 1993.

MOURA, G. F. **Comportamento diurno e sazonal de parâmetros fitoplanctônicos e hidrológicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Estado da Paraíba, Brasil**. 1992. 204 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Oceanografia Biológica. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1992.

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

NASCIMENTO, F. C. R.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Avaliação do padrão sazonal e espacial da densidade fitoplanctônica e parâmetros abióticos na Bacia do Pina (Recife - PE - Brasil). In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 13., 2000, Itajaí. **Anais ...** Itajaí: [s.n.], 2000. p. 475-477.

NASCIMENTO, F. C. R.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variação espacial e temporal da produção fitoplanctônica fracionada na Bacia do Pina relacionada com parâmetros hidrológicos (Recife – Pernambuco – Brasil). In: SEMANA NACIONAL DA OCEANOGRAFIA, 12., 1999, Rio de janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999. p. 307-309.

NASCIMENTO, F. C. R; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; ARAÚJO, J. P.; SILVA, R. M. S.; SÔNIA DA SILVA, G.; FLORES MONTES, M. J. Disponibilidade nutricional da Bacia do Pina e rio Tejipió (Recife, Pernambuco, Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 31, n. 2, p. 149-169, 2003.

NAZARETH, H. R. S. **Curso básico de estatística.** 12 ed. São Paulo: Ática, 2001. 160 p.

NERY, P. P. C. F.; NEUMANN LEITÃO, S.; FERNANDES, SILVA, M. L. B.; A. K. P.; CHAVES, A. C. Recrutamento e sucessão ecológica da macrofauna incrustante em substratos no Porto do Recife - PE, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, Recife, v. 3, n. 1, 2008.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape-PE-Brasil.** Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Engenharia. Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1994.

NEUMANN-LEITÃO, S. Resenha literária sobre zooplâncton estuarino no Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 23, p. 25-53, 1995.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Sistemática e ecologia dos rotíferos (Rotatoria) planctônicos da área estuarina lagunar de Suape – PE (Brasil).** 1986. 261 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1986.

NEUMANN–LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M. N.; VALENTIN, J. L. The planktonic rotifers of the estuarine lagunar complex of Suape (Pernambuco, Brazil). **Hydrobiology**, Heidelberg, v. 232, n. 2, p. 133-143, 1992.

NEWELL, G. H.; NEWELL, R. **Marine plankton:** a practical guide. Londres: Hutchinson Educat, 1963. 221 p.

NISHIDA, S. Táxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida0 in the Pacific and Indian oceans. **Bulletin of the Ocean Research Institute University of Tokyo**, Tóquio, 167 p. n. 20, 1985.

NIXON, S. W. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. **Ophelia**, Heldingor, v. 41, p. 199–219, 1995.

NIZAN, S.; DIMENTMAN, C.; SHILO, M. Acute toxic effects of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* on Daphnia magna. **Limnology and Oceanography,** Baltimore, v. 31, p. 497–502, 1986.

NOGUEIRA-PARANHOS, J. D. Táxonomia e ecologia dos Tintinnina em um trecho da plataforma continental de Pernambuco, Brasil. 1990. f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1990.

NUNES, T. S. **Caracterização espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica de uma lagoa costeira da região norte fluminense:** lagoa do Açu, Campos dos Goytacazes / São João da Barra – RJ. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2003.

ODEBRECHT, C. Dinophyceae. In: FORZZA, R. F.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTILLENI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catalogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

OLIVEIRA, G. C.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T. A. e; NEUMANN-LEITÃO, S. Variação tidal e temporal do microzooplâncton em um estuário tropical. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço - MG. **Anais ...** São Lourenço: CEB, 2009.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology**. New York: Willey-Interscience, 1984. 331 p.

OTTONI NETO, T. B. **Os efeitos da poluição das águas e seu controle.** Aracaju: Secretaria Executiva do Conselho Executivo de Controle de Poluição. 51 p. 1976.

PAERL, H. W. Coastal eutrophication in relation to atmospheric nitrogen deposition: current perspectives. **Ophelia**, Heldingor, v. 41, p. 237-259, 1995.

PAERL, H. W.; USTACH, J. F. Blue-green algal scums: na expalnationfor their occurrence during freshwater blooms. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 27, n. 2, p. 212-217, 1982.

PAERL, H.W. Growth and reproductive estrategies of freshwater blue-green algae (Cyanobacteria). In: SANDGREN, C.D. (Ed.) **Growth and reproductive estrategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1991.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MELO, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu do Pará Emílio Goeldi e Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 133-146, 2006.

PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco. Zooplâncton dos viveiros de cultivo de peixes de Itamaracá, PE. **Revista Nordestestina de Biologia**, [S.l.], 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., 1981, Recife. **Anais ...** Recife: [s.n.], 1981. p. 233-242.

PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NOGUEIRA-PARANHOS, J. D.; SILVA, T. A.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Cladocerans (Branchiopoda) of a tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 65, n. 1, p. 107-115, 2005.

PARIZOTTO, B. A. D. M. **Modelagem hídrica do balanço de nutrientes nas baías norte e sul (SC) a partir da análise dos principais aportes fluvio-estuarinos**. 2006. 28 f. (Discussão dos aspectos teóricos a serem abordados na Tese) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopólis, SC, 2006.

PARRA, O. O.; GONZALEZ, M.; DELLAROSSA, V.; RIVERA, P.; ORELLANA, M. **Manual táxonomico del fitoplancton de aguas continentales com especial referencia al fitoplancton de Chile.** Concepción: [s.n.], 1982. 70 p. (v. 1: Cyanophyceae).

PARSONS, T. R., STRICKLAND, J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments, with revised equations of as certaining chlorophyll *a* and carotenoids. **Journal of Marine Research,** New Haven, v. 21, n. 3, p. 155-163, 1963.

PATCHINEELAM, S. M.; KJERFVE, B.; GARDNER, L. R. A preliminary sediment budget for the Winyah bay estuary, South Carolina, USA. **Marine Geology**, Amsterdam,v. 162, 133-144, 1999.

PATRICK, R. Diatoms communities in estuaries. In: LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries.** Washington: American Association for the Advancemment of Science, 1967. p. 311-315.

PAULMIER, G. Le microplancton dês rivières de Morlaix et de La Penzé. **Revue Trav. Inst. Pèches Maritimes Maroc**, Paris, v. 33, n. 3, p. 311-332, 1969.

PEDERSEN, O. B.; CHRISTIANSEN, C.; AUREN, M. B. Wind induced long term increase and short term flutuations of shallow waters suspended mater and nutrient concentrations, RingJbind Fjord, Denmark. **Ophelia**, Heldingor, v. 41, p. 273-287, 1995.

PÉRAGALLO, H.; PÉRAGALLO, M. **Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins.** Paris: M. J. Tempère, 1897-1908. 491 p.

PEREIRA, A. C. A. **Bioindicadores fitoplanctônicos da qualidade da água no estuário do rio Catu, Aquiraz, Ceará**. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia de Pesca. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2007.

PERISSINOTTO, R.; NOZAIS, C.; KIBIRIGE, I. Spatio-temporal dynamics of phytoplankton and microphytobenthos in a South African temporally-open estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** Londres, v. 55, p. 47-58, 2002.

PERSICH, G. R.; ODEBRECHT, C.; BERGESCH, M.; ABREU, P. C. Eutrofização e fitoplâncton:comparação entre duas enseadas rasas no estuário da lagoa dos Patos. **Atlântica**, Rio grande, v. 18, p. 27-41, 1996.

PESSOA, V. T. **Mesozooplâncton da Bacia do Pina, Recife, Pernambuco - Brasil**. 54 f. 2009. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2009.

PETTIGROSSO, R. E.; POPOVICH, C. A. Phytoplankton-aloricate ciliate community in the Bahía Blanca estuary (Argentina): seasonal patterns and trophic groups. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 215-227, 2009.

PHLIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the Indian river lagoon, Florida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** Londres, v. 55, p. 385-402, 2002.

PIERCE, R. W.; TURNER, J. T. Global biogeography of marine tintinnids. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, [S.l.], v. 94, n. 1, p. 11-26, 1993.

PILSKAN, C.H.; VILLAREAL, T.A.; DENNETT, M.; DARKANGELO-WOOD, C.; MEADOWS, G. High concentrations of marine snow and diatom algal mats in the North Pacific Subtropical gyre: implications for carbon and nitrogen cycles in the oligotrophic ocean. **Deep-Sea Research**, [S.l.], n. 52, p. 2315-32, 2005.

PINHEIRO, R. V. L.; FARIAS JÚNIOR, L. E. C. Processos sedimentares do estuário Guajará (PA). In: CONGRESSO DA ABEQUA, 1987, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: EDSBG, 1987. p. 119-133.

PINTO, A. C. D. C. **Síntese do conhecimento do fitoplâncton da Baía de Ilha Grande, litoral sul fluminense do Rio de Janeiro, Brasil.** 2002. 46 f. Graduação (Monografia) - Bacharelado. Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological association of the United Kingdom,** Plymouth, v. 16, p. 234-297, 1929.

PORTER, K. G. The plant-animal interface in freshwater ecosystems. **Am. Sci**., [S.l.], v. 65, p. 159-170, 1977.

PORTO DO RECIFE S. A. **O Porto**: características. Recife: Porto, 2009. Disponível em: <http://www.portodorecife.pe.gov.br>. Acesso em: 27 dez. 2009.

PORTO, M.; TEIXEIRA, S. G. **Portos e meio ambiente.** São Paulo: Aduaneiras, 2002.

POULET, S.A. Chemosensory grazing by marine calanoid copepods (Arthropods: Crustacea). **Science**, v. 200, p. 1403-1405, 1978.

PRANDLE, D. **Estuaries**: dynamics, mixing, sedimentation and morphology. Cambridge: University Press, 2009. 246 p.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western great lakes area**. 6. ed. [S.l.]: Cranbrook Institute of Science, 1975. 977 p.

PROCOPIAK L. K.; FERNANDES, L. F.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 6, n. 3, 2006.

PROENÇA, L. A. O.; FERNANDES, L. F. Introdução de microalgas no ambiente marinho: impactos negativos e fatores controladores. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.) **Água de lastro e bioinvação.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 77-97. (cap. 7).

PTACNIK, R.; SOLIMINI, A. G.; ANDERSEN, T.; TAMMINEN, T.; BRETTUM, P.; LEPISTÖ, L.; WILLÉN, E.; REKOLAINEN. S. Diversity predicts stability and resource use efficiency in natural phytoplankton communities. **PNAS**, [S.l.], v. 105, p. 5134-5138, 2008.

PUGNETTI, A.; Del NEGRO, P.; GIANI, M.; ACRI, F.; AUBRY, F. B.; BIANCHI, F.; BERTO, D.; VALERI, A. Phytoplankton-bacterioplankton interactions and carbon fluxes through microbial communities in a microtidal lagoon. **FEMS Microbiology Ecology**, Trieste, v. 72, p. 153–164, 2010.

QIU, D.; HUANG, L.; ZHANG, J.; LIN, S. Phytoplankton dynamics in and near the highly eutrophic Pearl river estuary, south China Sea. **Continental Shelf Research**, [S.l.], v. 30, p. 177–186, 2010.

QUADRANTE CONSULTORES. **Porto do Recife - dragagem de aprofundamento do canal de acesso, bacia de evolução, berços de atracação e implantação de medidas de contenção de assoreamento -** Plano de Controle Ambiental - PCA. Recife: QUADRANTE CONSULTORES, 2008. 51 p.

QUEIROZ, J. Indicadores biológicos para avaliar a água. **AGRO C & T**, [S.l.], ano 1, n. 3, nov. 2002.

QUINLAN E. L.; PHLIPS, E. J. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. **Journal of Plankton Research**, Londres, v. 29, n. 5, p. 401-416, 2007.

RATLIFF, B. **MSU research yielding control of off-flavor fish.** Mississippi: PRIMEDIA Business Magazines & Media, 2002. 134 p.

REDFIELD, A. C. The biological control of chemical factors in the environment. **American Scientist**, [S.l.], v. 46, p. 205-221, 1958.

REDFIELD, G. W. The effect of zooplankton on phytoplankton productivity in the epilimnion of a subalpine lake. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 70, p. 217-224, 1980.

REGUERA, B. The effect of ciliate contmination in mass culture of the rotifer, *Brachionus plicatilis* O.F. Muller. **Aquaculture**, [S.l.], v. 40, p. 103-108, 1984.

RESURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MACÊDO, S. J. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (08º03'38" LAT. S; 34º42'28" À 34°52'00" LONG. W). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 24, p. 39-59, 1996.

REYNALTE-TATAJE, D.; HERMES-SILVA, S.; NUÑER, A. P. de O.; ZANIBONI-FILHO, E.; SILVA, P. A. da; WEISS, L. A.; ODA, C. E. Distribuição e abundância do ictioplâncton no alto do rio Uruguai, Brasil, durante um ciclo anual. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: [s.n.], 2003. p. 252-253.

RICARD, M. **Atlas du phytoplankton marin**. Diatomophycées. Paris: Centro National Recherche Scientifique, 1987, 296 p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 470 p.

RILEY, G. A. Oceanography of long island sound, 1952-1954. IX. Production and utilization of organic matter. **Bull. Bingham oceanogr. Coll**. [S.l.], v. 15, p. 324-341, 1956.

ROCHA, M. A. 1990-1999. Disponível em: <http://www.geocities.com/athens/parthenon/5140/phytipla.htm>. Acesso em: 20 ago. 2008.

RODRIGUES, A. C. L. **Variação espacial da meiofauna com ênfase à nematofauna na Bacia do Pina, Pernambuco/Brasil.** 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2002.

RODRIGUES, S. C. **Estudo comparativo da estrutura da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios formadores do delta do jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil.** 2004. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2004.

ROSA, V. C.; GARCIA, M. Diatomáceas bentônicas (epífitas) e planctônicas do estuário da Lagoa dos Patos, Pelotas, RS, Brasil. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO, 17., 2008. Pelotas. **Anais ...** Pelotas: EDUFPel, 2008. p. 1-4.

ROY, P. S.; TALUKDAR, G.; JOSHI, P. K. Landscape ccology approach for spatial biodiversity characterization. **The Botanical**, [S.l.], v. 51, p. 1-17, 2001.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. **Zoologia dos invertebrados.** 6. ed. São Paulo: Roca, 1996. 1029 p.

SAMPAIO, Y.; ALCÂNTARA, R.; SAMPAIO-EVERARDO. Ação antrópica e biodiversidade: o índice de pressão antrópica em Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco.** Recife: Massangana, 2002. v. 2, p. 697-705.

SANDERS, R. W. Tintinnids and other microzooplankton - seasonal distributions and relationships to resources and hydrography in a Maine estuary. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 65-77, 1987.

SanDIEGO-McGLONE, M. L.; SMITH, S. V.; NICHOLAS, V. F. Stoichiometric interpretations of C:N:P ratios in organic waste materials. **Marine Pollution Bulletin,** [S.l.], v. 40, n. 4, p. 325-330, 2000.

SANTIAGO, M. F. **Ecologia do fitoplâncton de um ambiente tropical hipersalino (Rio Pisa Sal, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil**). 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2004.

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

SANTIAGO, M. F.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O. Fitoplâncton como indicador da qualidade ambiental em ecossistema hipersalino (estuário do rio Pisa Sal, Galinhos, RN, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 15., 2005, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: AEP, 2005. p. 845-856.

SANTOS, M. L. S. **Influência dos rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica.** 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2000.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). **Geo Brasil 2002:** perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília: IBAMA, 2002. 440 p.

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**, Recife, v. 4, n. 1, p. 95-109, 2009.

SASSI, R.; WATANABE, T. Estudos ecológicos básicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Fitoplâncton e fatores hidrológicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2., 1980, Belém. **Anais...** Belém: [S.l.], 1980. P. 305-313. v. 3.

SCHERWASS, A.; BERGFELD, T.; SCHO, A.; WEITERE, M.; ARNDT, H. Changes in the plankton community along the length of the River Rhine: Lagrangian sampling during a spring situation. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 32, n. 4, p. 491–502, 2010.

SCHOELLHAMER, D. H. Factors affecting suspended - solids concentrations in south San Francisco Bay - California. **Journal of Geophysical Research**, [S.l.], v. 101, nº C5, p. 12087-12095, 1996.

SCHWAMBORN, R. **Influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in northeast Brazil**. 1997. 77 f. Tese (Doutorado) - Programa ZMT. Universidade de Bremen, Bremen, Alemanha, 1997.

SCHWAMBORN, R.; BONECKER, S. L. C.; GALVÃO, I. B.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S. Mesozoplankton grazing under conditions of extreme eutrophication in Guanabara Bay, Brazil. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 26, n. 9, p. 983–992, 2004.

SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; VOSS, M.; SAINT-PAUL, U. Stable isotope composition of particulate organic matter and zooplankton in Northeast Brazilian shelf waters. **Archives Fish. Mar. Res.**, [S.l.], v. 47, n. 2-3, p. 201-210, 1999.

SHANIN, S. S.; MIKHAILOVSKII, G. E. The diversity of species and seasonal sucession of phytoplankton in the White sea. **Oceanology**, [S.l.], v. 36, n. 3, p. 374-379, 1996.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal,** Illinois, v. 27, p. 379-423, 1948.

SHERR, E. B.; SHERR, B. F.; ANDREW, T. L.; FALLON, R. D.; NEWELL, S. Y. Trophic interations between heterotrophic Protozoa and bacterioplankton in estuarine water analyzed with selective metabolic inhibitors. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, [S.l.], v. 32, p. 169-179, 1986.

SHIPE, R. F.; CURTAZ, J; SUBRAMANIAM, A.; CARPENTER, E. J.; CAPONE, D. G. Diatom biomass and productivity in oceanic and plume-influenced waters of the western tropical Atlantic ocean. **Deep-Sea Research**, [local], n. 53, p. 1320-34, 2006.

SILVA, A. P.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T. A. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004.

SILVA, M. G. G. Distribuição das Diatomáceas (Bacillariophyceae) na Plataforma Continental de Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos,** Recife, v. 17, p. 7-46, 1982.

SILVA, T. A. **Variação nictemeral e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Capibaribe - Recife - Pernambuco - Brasil.** 1994. 135 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1994.

SILVA, T. A.; PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANNLEITÃO, S.; NOGUEIRA PARANHOS, J. D. Zooplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife -Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, 24, p. 79-102, 1996.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco.** Recife: SUDENE, 1990. 318 p.

SILVESTRE-COSTA, A. N.; CHAMIXAES-LÓPEZ, C. B. C. B.; ESKINAZI-LEÇA, E. Estuarine nursery under environmental stress with emphasis on the benthonic microalgae community. **Acta Limnol. Bras.**, [S.l.], v. 17, n. 3, p. 329-338, 2005.

SNELL, T. W.; JANSSEN, C. R. Rotifers in ecotoxicology: a review. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 313-314, p. 231-247, 1995.

SNOW, G. C.; ADAMS, J. B.; BATE, G. C. Effect of river flow on estuarine microalgal biomass and distribution. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** Londres, v. 51, p. 255-266, 2000.

SOURNIA, A. **Atlas du phytoplancton marin:** introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1986. 220 p. v. 1.

SOURNIA, A. Le genre *Ceratium* (Peridinien planctonique) dans le canal Mozambique. Contribuition a une revisión mondiale. **Vie Milleu**, Paris, ser. A, n. 2/3, p. 375-499, 1967.

SOUTO, S. Contribucion al conocimiento de los tintinnidos de agua dulce de la Republica Argentina. I. Rio de la Plata y delta del Parana. **Physis, B. Aires (Sec. B)**, [S.l.], v. 32, p. 249–254, 1973.

SOUZA, F. B. V. A. **Rotiferos (Rotatória) planctônicos do açude de Apipucos, Recife – Pernambuco (Brasil).** 1996. 104 f. Monografia (Bacharelado) – Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 1996.

SOUZA, M. R. M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FLORES MONTES, M. J.; NEUMANN-LEITÃO, S.; PORTO NETO, F. F.; MOURA, M. C. O.; CHAMIXAES-LOPEZ, C. C. B. Hidrologia e fitoplâncton do sistema estuarino do Rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanográficos,** Recife, v. 27, n. 1, p. 15-32, 1999.

SPATHARIS, S.; TSIRTSIS, G. Ecological quality scales based on phytoplankton for the implementation of Water Framework Directive in the Eastern Mediterranean. **Ecological Indicators**, [S.l.], v. 10, p. 840–847, 2010.

STAATS, N.; DECKERE, E.; KORNMAN, B.; LEE, W.; TERMAAT, R.; TERWINDT, J.; WINDER, B. Observations on suspended particulate matter (SPM) and microalgae in the Dollard estuary, the Netherlands: importance of late winter ice cover of the intertidal flats. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** Londres, v. 53, p. 297-306, 2001.

STERNER, R. W. Resource competition during seasonal succession toward dominance by cyanobacteria. **Ecology**, [S.l.], v. 70, p. 229-245, 1989.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2 ed. **Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 – 211, 1972.

SZE, P. **A biology of the algae**. 2 ed. [S.L.]: Wm. C. Brown publishers, 1993. 259 p.

TAUK-TORNISIELO, S. M. Microorganismos como indicadores de impactos ambientais. In: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. (Cord.). **Indicadores ambientais.** Sorocaba: [s.n.], 1997. 266 p. p. 157-165.

TEIXEIRA, C. B. **Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton e suas relações com os fatores ambientais da Baía do Espírito Santo (ES – Brasil).** 1993. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 1993.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G.; SANTORO, J. Plankton studies in a mangrove environment. IV. Size fractionation of the phytoplankton. **Boletim Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo,** São Paulo, v. 16, n. 1, p. 39-49, 1967.

TENENBAUM, D. R. **Dinofagelados e Tintinideos da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira** - Guia de identificação. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. (Série de livros 15 - documentos REVIZEE/score - central).

TENENBAUM, D. R. O que sabemos sobre o fitoplâncton do litoral brasileiro. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINARI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil.** Recife: SBB/EDUFRPE, 2002. p. 186-189.

THRONDSEN, J. Preservation and storage. In: SOURNIA, A. (Ed.). **Phytoplankton manual**. Norwich: Unesco, 1978. p. 69-74. (Monographs on oceanographic methodology).

TILLMANN, U. Interactions between planktonic microalgae and protozoan grazers. **The Journal of Eukaryotic Microbiology**, [S.l.], v. 51, p. 156-168, 2004.

TILMAN, D. Biodiversity: population versus ecossistem stability. **Ecology,** [S.l.], v. 77, p. 350-363, 1996.

TOMAS, C. R. (Ed.). **Identifying marine phytoplankton**. San Diego: Academic Pess, 1997. 596 p.

TOMMASI, L. R.; NAVAS-PEREIRA, D. Nota sobre a ocorrência de florescimentos de diatomáceas na Baía de Santos (SP) e adjacências (Estado de São Paulo). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 507-512, 1983.

TORGAN, L. C. Floração de algas: composição, causas e consequências. **Insula,** Florianópolis, v. 19, p. 15-34, 1989.

TORGAN, L. C.; BIANCAMANO, M. I. Catálogo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de 1973 a 1990. **Caderno Pesquisa, Série Botânica**, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 1, p. 1-201,1991.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e Biomassa primaria do fitoplaneton no estuario do rio capibaribe, Recife, Pernambuco.** 1991. 288 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco Recife, PE, 1991.

TRAVASSOS, P. E. P. F.; MACÊDO; S. J.; KOENING; M. L. Aspectos hidrológicos do estuário do Rio Capibaribe (Recife – Pernambuco) (Recife, PE). **Trabalhos Oceanográficos,** Recife, v. 22, p. 9-38, 1991/1993.

TRÉGOUBOFF, G.; ROSE, M. **Manuel de planctologie Mediterraneéne**. Paris: Centre Nacion. Sci., 1957. 2 v.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L.; GENTIL, R. C.; AZEVEDO, M. T. P. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. **Hoehnea,** São Paulo, v. 33, n. 2, p. 147-175, 2006.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, n. 19, p. 1-22, 1970.

TUNDISI, J. G. **Produção primária "standing stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia, São Paulo.** 1969. 130 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Oceanografia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1969.

TUNDISI, J. G.; TEIXEIRA, C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; KUTNER, M.B.; KONOSHITA, L. Plankton studies in a mangrove environment. IX. Comparative investigations with coastal oligotrophic water. **Revista Brasileira de Biologia**, [S.l.], v. 38, p. 301-320, 1978.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 861-867, 1976.

TYLER, J. E. The Secchi disk. **Limnology and Oceanography,** Baltimore, v. 13, n. 1, p. 1-6, 1968.

UCHÔA NETO, C. A. M.; SILVA, J. M. C. Análise de representatividade das Unidades de Conservação no Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco.** Recife: Massangana, 2002. v. 2, p. 706-715.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Paris: s.n., 1966. 69 p. (Monographys on Oceanology Methodology).

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

URRUTXURTU, I. Seasonal succession of tintinnids in the Nervio´n river estuary, Basque Country, Spain. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 26, p. 307-314, 2004.

UTERMÖHL, H. Zur vervolkommung der quantitativen phytoplankton-Methodik. **Mitteilungen Internationale Vereiningung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie**, [S.l.], v. 9, p. 1-38. 1958.

VALENTE-MOREIRA, I. M. Contribuição ao estudo das Bacillariophyceae (Diatomáceas brasileiras). **Acta Biológica Paranaense,** Curitiba, v. 4, n. 3-4, p. 135-198, 1975.

VALENTE-MOREIRA, I. M.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas litorais e planctônicas de dezessete estações localizadas entre Ubatuba e Florianópolis, Estado de Santa Catarina, Brasil. **Acta Biológica Paranaense,** Curitiba, v. 7, n. 1-4, p. 155-191, 1978.

VALENTIM NETO, P. A. **Possíveis causas da mortalidade do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no Estuário do Rio Jaguaribe – Ceará**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Marinha Tropical. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2004.

VALIELA, I. **Marine ecological processes.** 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1995. 686 p.

VERITY, P. G. Abundance, community composition, size distribution, and production rates of tintinnids in Narragansett Bay, Rhode Island. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 24, n. 5, p. 671-690, 1987.

VILLAC, M. C. **O fitoplâncton como instrumento de diagnose e monitoramento ambiental:** Estudo de caso da Baía de Guanabara (RJ, Brasil). 1990. 193 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 1990.

VILLAFAÑE, V. E.; REID, F. M. H. Metodos de microscopia para la cuantificacion del fitoplancton. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA, E. C.; SAR, E. (Ed.). **Manual de metodos ficocologicos.** [S.l.: s.n.],1995.

VILLATE, F. Annual cycle of zooplankton community in the Abra Harbour (Bay of Biscay): abundance, composition and size spectra. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 13, n. 4, 691–706, 1991.

VITORIO, U. C. **Rotíferos (Rotatoria) como indicadores de qualidade ambiental da Bacia do Pina, Recife (PE - Brasil)**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2006.

WATHERBEE, R.; LIND, L. J.; BURKE, J.; QUATRANO, S. R. The first kiss: establishment and control of initial adhesion by raphid diatoms. **Journal of Phycology**, San Marcos, California, v. 34, n. 1, p. 9-15, 1998.

WERNER, V. R. Cyanophyceae. In: FORZZA, R. F.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTILLENI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catalogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

WIDDICOMBE, C. E.; ELOIRE, D.; HARBOUR, D.; HARRIS, R. P.; SOMERFIELD, P. J. Long-term phytoplankton community dynamics in the western English Channel. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 32, n. 5, p. 643-655, 2010.

WOOD. E. J. F. **Dinoflagellates of the Caribean Sea and adjacents areas**. Flórida: University of Miami Press, 1968. 143 p.

ZILLMANN, S. M. S. **Distribuição sazonal do fitoplâncton na radial entre Ilha Anchieta e Ilha Vitória (Lat.23°31`S – Long. 45°06`W) na região de Ubatuba, São Paulo**. 1990. 201 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1990.

ZURLINI, G.; FERRARI, I.; NASSOGNE, A. Reproduction and growth of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida), under experimental conditions. **Marine Biology**, Heidelberg, v. 46, p. 59–64, 1978.

APÊNDICE

APÊNDICE A - CORRELAÇÕES MOMENTO-PRODUTO DE PEARSON, DESVIO PADRÃO E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS BIÓTICAS E ABIÓTICAS NA BACIA PORTUÁRIA DO RECIFE (PERNAMBUCO - BRASIL), DURANTE O PERÍODO CHUVOSO (JUNHO DE 2007) E DE ESTIAGEM (NOVEMBRO DE 2007).

RELAÇÕES DOS PARÂMETROS			CORRELAÇÃO PEARSON	p	r^2
Profundidade	X	Maré	0,732	0,039	0,536
Profundidade	X	Nitrito	-0,778	0,023	0,712
Profundidade	X	Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	-0,844	0,008	0,539
Profundidade	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,734	0,038	0,683
Profundidade	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 45 µm)	-0,826	0,011	0,683
Disco de Secchi	X	Coeficiente de extinção da luz	-0,912	0,002	0,832
Disco de Secchi	X	Potencial hidrogeniônico	0,789	0,020	0,622
Disco de Secchi	X	Temperatura da água	0,969	<0,0001	0,939
Disco de Secchi	X	Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	0,779	0,023	0,607
Disco de Secchi	X	Oxigênio dissolvido (%)	0,774	0,024	0,600
Disco de Secchi	X	Silicato	-0,779	0,023	0,606
Disco de Secchi	X	Clorofila (pico-nanoplâncton) (<20 µm)	0,718	0,045	0,516
Disco de Secchi	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,733	0,039	0,537
Disco de Secchi	X	Equitabilidade Fitoplâncton total	-0,738	0,037	0,545
Disco de Secchi	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,802	0,017	0,643
Disco de Secchi	X	Temperatura do ar	0,825	0,012	0,681
Disco de Secchi	X	Insolação	0,825	0,012	0,681
Disco de Secchi	X	Evaporação	0,825	0,012	0,681
Disco de Secchi	X	Velocidade do vento	0,825	0,012	0,681
Disco de Secchi	X	Precipitação pluviométrica	-0,825	0,012	0,681
Coeficiente de extinção da luz	X	Temperatura da água	-0,886	0,003	0,785
Coeficiente de extinção da luz	X	Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	-0,779	0,023	0,607
Coeficiente de extinção da luz	X	Oxigênio dissolvido (%)	-0,760	0,029	0,577
Coeficiente de extinção da luz	X	Diversidade específica Fitoplâncton Total	0,758	0,029	0,574
Coeficiente de extinção da luz	X	Equitabilidade Fitoplâncton total	0,732	0,039	0,536
Potencial hidrogeniônico	X	Temperatura da água	0,753	0,031	0,568
Potencial hidrogeniônico	X	Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	0,745	0,034	0,555
Potencial hidrogeniônico	X	Oxigênio dissolvido (%)	0,759	0,029	0,575
Potencial hidrogeniônico	X	Silicato	-0,976	<0,0001	0,952
Potencial hidrogeniônico	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,797	0,018	0,635
Potencial hidrogeniônico	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,820	0,013	0,673
Potencial hidrogeniônico	X	Temperatura do ar	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Insolação	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Evaporação	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Velocidade do vento	0,951	0,000	0,904
Potencial hidrogeniônico	X	Precipitação pluviométrica	-0,951	0,000	0,904
Temperatura da água	X	Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	0,728	0,041	0,529
Temperatura da água	X	Oxigênio dissolvido (%)	0,721	0,044	0,520
Temperatura da água	X	Silicato	-0,782	0,022	0,611
Temperatura da água	X	Clorofila (pico-nanoplâncton) (<20 µm)	0,716	0,046	0,513
Temperatura da água	X	Diversidade específica Fitoplâncton Total	-0,747	0,033	0,559
Temperatura da água	X	Equitabilidade Fitoplâncton Total	-0,833	0,010	0,694
Temperatura da água	X	Temperatura do ar	0,849	0,008	0,721
Temperatura da água	X	Insolação	0,849	0,008	0,721
Temperatura da água	X	Evaporação	0,849	0,008	0,721
Temperatura da água	X	Velocidade do vento	0,849	0,008	0,721
Temperatura da água	X	Precipitação pluviométrica	-0,849	0,008	0,721
Salinidade	X	Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	0,797	0,018	0,636
Salinidade	X	Oxigênio dissolvido (%)	0,798	0,017	0,638
Material particulado em suspensão	X	Nitrito	0,733	0,039	0,537
Material particulado em suspensão	X	Nitrato	0,706	0,050	0,499
Material particulado em suspensão	X	Fosfato	0,775	0,024	0,601
Material particulado em suspensão	X	Biomassa da amostra (rede de 64 µm)	0,948	0,000	0,898
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Oxigênio dissolvido (%)	0,999	<0,0001	0,998
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Silicato	-0,766	0,027	0,586
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	-0,828	0,011	0,685
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,769	0,026	0,591
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 45 µm)	-0,804	0,016	0,647
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Temperatura do ar	0,749	0,033	0,560
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Insolação	0,749	0,033	0,560
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Evaporação	0,749	0,033	0,560
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Velocidade do vento	0,749	0,033	0,560
Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$)	X	Precipitação pluviométrica	-0,749	0,033	0,560
Oxigênio dissolvido (%)	X	Silicato	-0,774	0,024	0,599
Oxigênio dissolvido (%)	X	Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	-0,838	0,009	0,702
Oxigênio dissolvido (%)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,781	0,22	0,610
Oxigênio dissolvido (%)	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 45 µm)	-0,819	0,013	0,671
Oxigênio dissolvido (%)	X	Temperatura do ar	0,753	0,031	0,567
Oxigênio dissolvido (%)	X	Insolação	0,753	0,031	0,567
Oxigênio dissolvido (%)	X	Evaporação	0,753	0,031	0,567
Oxigênio dissolvido (%)	X	Velocidade do vento	0,753	0,031	0,567
Oxigênio dissolvido (%)	X	Precipitação pluviométrica	-0,753	0,031	0,567
Demanda bioquímica do oxigênio	X	Diversidade específica Fitoplâncton total	0,713	0,047	0,508

Continua...

APÊNDICE A - CORRELAÇÕES MOMENTO-PRODUTO DE PEARSON, DIFERENÇA SIGNIFICATIVA E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS BIÓTICAS E ABIÓTICAS NA BACIA PORTUÁRIA DO RECIFE (PERNAMBUCO - BRASIL), DURANTE O PERÍODO CHUVOSO (JUNHO DE 2007) E DE ESTIAGEM (NOVEMBRO DE 2007).

RELAÇÕES DOS PARÂMETROS			CORRELAÇÃO PEARSON	p	r^2
Amônia	X	Nitrito	0,755	0,030	0,570
Amônia	X	Fosfato	0,883	0,030	0,570
Nitrito	X	Fosfato	0,765	0,004	0,780
Nitrito	X	Biomassa da amostra (rede 45 µm)	0,792	0,027	0,585
Nitrito	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0,777	0,019	0,627
Nitrato	X	Biomassa da amostra (rede 45 m)	0,863	0,023	0,603
Silicato	X	Densidade Fitoplâncton total	-0,717	0,006	0,745
Silicato	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	0,737	0,045	0,514
Silicato	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	0,771	0,037	0,544
Silicato	X	Temperatura do ar	-0,987	0,025	0,595
Silicato	X	Insolação	-0,987	<0,0001	0,973
Silicato	X	Evaporação	-0,987	<0,0001	0,973
Silicato	X	Velocidade do vento	-0,987	<0,0001	0,973
Silicato	X	Precipitação pluviométrica	0,987	<0,0001	0,973
Clorofila *a* total	X	Clorofila *a* (<20 µm)	0,846	0,008	0,716
Clorofila *a* total	X	Densidade Zooplâncton (rede 45 µm)	0,741	0,036	0,549
Clorofila *a* total	X	Equitabilidade Fitoplâncton Total	-0,722	0,043	0,521
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Densidade Fitoplâncton	0,784	0,021	0,615
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Densidade Zooplâncton (rede 45 µm)	0,726	0,042	0,527
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,707	0,050	0,500
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 64 µm)	-0,794	0,019	0,630
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Diversidade específica Zooplâncton (rede de 64 µm)	-0,737	0,037	0,543
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton Total	-0,715	0,046	0,512
Clorofila *a* (<20 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	-0,744	0,034	0,554
Densidade Fitoplâncton total	X	Densidade Zooplâncton (rede 45 µm)	0,783	0,022	0,612
Densidade Fitoplâncton total	X	Equitabilidade Fitoplâncton Total	-0,870	0,005	0,757
Densidade Fitoplâncton total	X	Temperatura do ar	0,727	0,041	0,529
Densidade Fitoplâncton total	X	Insolação	0,727	0,041	0,529
Densidade Fitoplâncton total	X	Evaporação	0,727	0,041	0,529
Densidade Fitoplâncton total	X	Velocidade do vento	0,727	0,041	0,529
Densidade Fitoplâncton total	X	Precipitação pluviométrica	-0,727	0,041	0,529
Densidade Zooplâncton (rede 45 µm)	X	Densidade Zooplâncton (rede 64 µm)	0,882	0,004	0,778
Densidade Zooplâncton (rede 45 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton Total	-0,715	0,046	0,551
Diversidade específica Fitoplâncton	X	EEquitabilidade Fitoplâncton	0,916	0,001	0,839
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0,859	0,001	0,839
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	0,830	0,006	0,738
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	0,971	0,011	0,689
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0,866	<0,0001	0,943
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Zooplâncton (45 µm)	0,827	0,005	0,749
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 64 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	0,828	0,011	0,684
Diversidade específica Fitoplâncton (rede de 64 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0.932	0,006	0,738
Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	0,884	0,011	0,689
Diversidade específica Zooplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 45 µm)	0,987	<0,0001	0,943
Diversidade específica Zooplâncton (rede de 64 µm)	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 64 µm)	0,817	0,005	0,749
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 64 µm)	0,837	0,011	0,684
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Equitabilidade Zooplâncton (rede de 45 µm)	0,852	0,011	0,686
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Temperatura do ar	-0,719	0,001	0,868
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Insolação	-0,719	<0,0001	0,975
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Evaporação	-0,719	0,013	0,668
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Velocidade do vento	-0,719	0,010	0,700
Equitabilidade Fitoplâncton (rede de 45 µm)	X	Precipitação pluviométrica	0,719	0,007	0,726
Temperatura do ar	X	Insolação	1,000	0,044	0,517
Temperatura do ar	X	Evaporação	1,000	0,044	0,517
Temperatura do ar	X	Velocidade do vento	1,000	0,044	0,517
Temperatura do ar	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	0,044	0,517
Insolação	X	Evaporação	1,000	<0,0001	1,000
Insolação	X	Velocidade do vento	1,000	<0,0001	1,000
Insolação	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	<0,0001	1,000
Evaporação	X	Velocidade do vento	1,000	<0,0001	1,000
Evaporação	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	<0,0001	1,000
Velocidade do vento	X	Precipitação pluviométrica	-1,000	<0,0001	1,000