



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



**COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO
MASSANGANA (PERNAMBUCO - BRASIL)**

GISLAYNE CRISTINA PALMEIRA BORGES

RECIFE

2011



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



COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO MASSANGANA (PERNAMBUCO - BRASIL)

GISLAYNE CRISTINA PALMEIRA BORGES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para aquisição do grau de Mestre em Oceanografia Biológica.

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha

COORIENTADORES:

Prof Dr. Manuel de Jesus Flores Montes

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa

RECIFE

2011

Catálogo na fonte
Bibliotecária Raquel Cortizo, CRB-4 664

B732c Borges, Gislayne Cristina Palmeira.
 Comunidade fitoplancônica do estuário do rio Massangana
 (Pernambuco-Brasil) / Gislayne Cristina Palmeira Borges. -
 Recife: O Autor, 2011.
 105 folhas, il., gráfs., tabs.

 Orientadora: Prof^a. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de
 Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em
 Oceanografia, 2011.
 Inclui Referências Bibliográficas e Apêndices.

 1. Oceanografia. 2. Fitoplâncton. 3. Porto 4. Florescimento.
 5. Ecologia. I. Cunha, Maria da Glória Gonçalves da Silva
 (orientadora). II. Título.

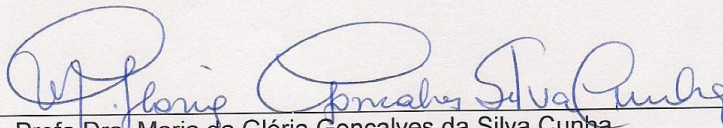
551.46 CDD (22. ed.)

UFPE
BCTG/2011-022

**COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO
MASSANGANA (PERNAMBUCO – BRASIL)**

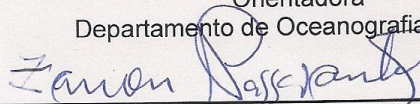
BANCA EXAMINADORA:

Titulares:



Prof. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha
Orientadora

Departamento de Oceanografia – UFPE

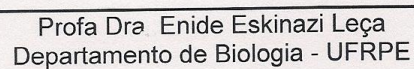


Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante
Departamento de Oceanografia - UFPE

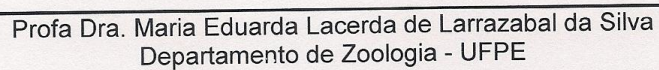


Prof. Dra. Síleis Rodrigues Lacerda
Universidade Regional do Cariri - URCA

Suplentes:



Prof. Dra. Enide Eskinazi Leça
Departamento de Biologia - UFRPE



Prof. Dra. Maria Eduarda Lacerda de Larrazabal da Silva
Departamento de Zoologia - UFPE

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei, não fosse por elas, eu não teria saído do lugar... As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.

Chico Xavier

Aos meus pais, MarinaIva e Jeronimo

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Oceanografia em nome de seus chefes Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão e Profa Dra. Núbia Chaves Guerra, e ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia, na pessoa dos coordenadores Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes e Prof. Dr. Fernando Antonio do Nascimento Feitosa, por propiciar suporte estrutural e técnico, permitindo a utilização de todas as suas dependências.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) pela concessão dos dados de precipitação pluviométrica.

A minha orientadora Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha pelo incentivo, apoio, amizade, confiança e principalmente por acreditar em mim e na conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Aos meus co-orientadores Manuel de Jesus Flores Montes e Fernando Antonio do Nascimento Feitosa pelos ensinamentos, amizade e apoio durante a execução do trabalho.

A todos os professores do Departamento de Oceanografia, em especial aos que fazem parte do Laboratório de Fitoplâncton (Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha, Dra. Maria Luise Koenig, Dr. Fernando Antonio do Nascimento Feitosa e Dr. Jose Zanon de Oliveira Passavante) pelos momentos de convivência, conhecimento e amizade.

Aos funcionários do DOCEAN sempre dispostos a ajudar, em especial a Mirna pela disponibilidade e atenção e à Dona Edileuza, pela sua simpatia, atenção e cuidado com todos os alunos.

Aos meus amigos do Laboratório de Fitoplâncton, Marilene, Jucicleide, Leandro, Marcos e Christiana pela amizade, aprendizado e momentos de diversão.

Aos amigos do Laboratório de Química do Departamento de Oceanografia pelo auxílio e suporte durante o período de coletas.

As minhas amigas Ana Carolina Matos da Silva, Andréa Shirley Xavier da Silva, Jucicleide Cabral de Lima, Karla Viviane Mendes e Mariana Oliveira Barbosa, pela amizade sincera, carinho, apoio e incentivo.

Em especial a Marcos, Jucicleide, Marilene e Leandro pelo apoio durante as etapas de desenvolvimento da dissertação, e por estarem sempre dispostos a ajudar.

A minha família pelo amor incondicional e apoio nessa jornada que está apenas começando.

À Deus por iluminar a minha vida e pela oportunidade de aprender a cada dia.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a variação quali-quantitativa da comunidade fitoplanctônica em escalas temporal, sazonal e entremarés correlacionada com os parâmetros abióticos no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil). As coletas foram realizadas em dois pontos fixos durante o período de estiagem (setembro e novembro de 2008 e janeiro de 2009) e chuvoso (março, maio e julho de 2009). Foram analisados os parâmetros: profundidade, temperatura da água, salinidade, potencial hidrogeniônico, material em suspensão, turbidez, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio e sais nutrientes, além da densidade fitoplanctônica e clorofila *a*. Para a coleta do plâncton foram utilizados dois tipos de amostradores (rede de plâncton com 20 μm de abertura e garrafa Niskin). A salinidade, material em suspensão, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e clorofila *a* apresentaram variação sazonal significativa. A salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, clorofila *a*, material em suspensão, pH e transparência da água apresentaram maiores valores no período de estiagem. Enquanto a profundidade, temperatura, turbidez e sais nutrientes foram mais elevados no período chuvoso. Os teores de clorofila *a* e os sais nutrientes caracterizaram o estuário do rio Massangana como eutrófico. Foram inventariados 106 táxons distribuídos entre as divisões Heterokontophyta (Bacillariophyceae), Dinophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta, Chlorophyta e Heterokontophyta (Dictyochophyceae) sequenciadas em ordem de riqueza taxonômica e abundância, destacando-se como dominantes as espécies *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum micans* Ehrenbergh, *Protoperidinium* sp., *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey, *Nitzschia longissima* (Brèbisson) Grunow e *Eutreptiella* sp. Ocorreram florescimentos no período de estiagem de dinoflagelado *Gymnodinium* sp. em setembro/08 (ponto de coleta 2, na preamar) e euglenofícea *Eutreptiella* sp. em janeiro/09 (ponto de coleta 2, na baixa-mar). No estuário do rio Massangana as variações espacial e temporal, podem ser atribuídas às variáveis abióticas (precipitação pluviométrica, marés e salinidade), que promovem o desenvolvimento e a manutenção de alta diversidade e índices quantitativos semelhantes a outros estuários de Pernambuco.

Palavras-chave: Fitoplâncton; porto; florescimento; ecologia

ABSTRACT

The aims of this research was to characterize the qualitative and quantitative variation of phytoplankton community in the temporal, seasonal and intertidal scale, correlated with the abiotic parameters in the estuary of the river Massangana (Pernambuco-Brazil). Samples were collected in two fixed points during the dry season (September and November of 2008 and January of 2009) and rainy season (March, May and July of 2009). Were analysed the parameters: depth, water temperature, salinity, hydrogen potential, suspended matter, turbidity, dissolved oxygen, oxygen saturation and nutrient salts, in addition to phytoplankton density and chlorophyll *a*. For plankton collection were used two types of samplers (plankton net with mesh size 20 μm and Niskin bottle). The salinity, suspended matter, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, turbidity and chlorophyll *a* showed significant seasonal variation. The salinity, dissolved oxygen, oxygen saturation, chlorophyll *a*, suspended matter, pH and water transparency showed higher values during the drought period. While depth, temperature, turbidity and nutrient salts were higher in the rainy season, chlorophyll *a* and nutrient salts characterized the estuary of the river Massangana as eutrophic. Were inventoried 106 taxa, distributed among the divisions Heterokontophyta (Bacillariophyceae), Dinophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta, Chlorophyta and Heterokontophyta (Dictyochophyceae), sequenced in order of richness and abundance, standing out as dominant species *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum micans* Ehrenbergh, *Protoperidinium* sp., *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Bacillaria paxillifera* (OF Müller) Hendey, *Nitzschia longissima* (Brébisson) Grunow and *Eutreptiella* sp. Blooms in the dry season of the dinoflagellate *Gymnodinium* occurred in September/08 (sampling point 7, at high tide) and *Eutreptiella* sp. in January/09 (sampling point 7, at low tide). In the estuary of the river Massangana the spatial and temporal variations can be attributed to abiotic variables (rainfall, tides and salinity), which promote the development and maintenance of high diversity and quantitative indices similar to other estuaries of Pernambuco.

Keywords: Phytoplankton; harbor; bloom; ecology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Localização do estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), identificando os pontos de coleta.	34
Figura 2	Precipitação pluviométrica (mm) nos meses de coleta no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	43
Figura 3	Variação sazonal da altura das marés (m) para o Porto de Suape nos dias de coleta.	43
Figura 4	Variação da profundidade (m) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	44
Figura 5	Variação da transparência da água no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	45
Figura 6	Variação da turbidez da água no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	45
Figura 7	Variação da temperatura da água (°C) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	46
Figura 8	Variação da salinidade no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	47
Figura 9	Variação do potencial hidrogeniônico (pH) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	47
Figura 10	Variação do oxigênio dissolvido (mL.L^{-1}) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	48
Figura 11	Variação da taxa de saturação do oxigênio (%) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	49
Figura 12	Variação do material em suspensão (mg.L^{-1}) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	50
Figura 13	Variação da amônia ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	51
Figura 14	Variação do nitrito ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	51
Figura 15	Variação do nitrato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	52
Figura 16	Variação do fosfato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	53
Figura 17	Variação do silicato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	54
Figura 18	Caracterização sazonal da riqueza de espécies do fitoplâncton nas divisões taxonômicas, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	58
Figura 19	Variação espacial da riqueza taxonômica, por divisão nos pontos de coleta (1 e 2), no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	60
Figura 20	Variação sazonal e entremarés da riqueza taxonômica do fitoplâncton nos pontos de coleta no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	61
Figura 21	Variação da densidade fitoplanctônica nos pontos de coleta e nos dois ciclos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	63

	Brasil).	
Figura 22	Densidade total das divisões do fitoplâncton no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	64
Figura 23	Densidade do fitoplâncton nos períodos sazonais, pontos de coleta e nos dois ciclos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	64
Figura 24	(A) Florescimento do dinoflagelado <i>Gymnodinium</i> sp. no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil); e (B) Vista pleural do dinoflagelado <i>Gymnodinium</i> sp no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	65
Figura 25	Vista da euglenofícea <i>Eutreptiella</i> sp. no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	65
Figura 26	Variação sazonal, espacial e entremarés da clorofila <i>a</i> no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	66
Figura 27	Diversidade específica (bits.cel ⁻¹) do fitoplâncton, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	70
Figura 28	Equitabilidade do fitoplâncton, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	70
Figura 29	Dendrograma da associação das espécies fitoplanctônicas coletadas com rede de plâncton de 20 µm no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), durante o período chuvoso e de estiagem.	73
Figura 30	Dendrograma da associação dos parâmetros hidrológicos e da biomassa fitoplanctônica no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), durante o período chuvoso e de estiagem.	74
Figura 31	Contribuição dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica aos dois primeiros componentes principais, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição percentual do número de espécies identificadas do fitoplâncton no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	55
Tabela 2	Espécies fitoplanctônicas identificadas na rede de plâncton (20 µm) e garrafa, durante o período chuvoso e de estiagem, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	57
Tabela 3	Espécies exclusivas encontradas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil) nos dois períodos estudados.	59
Tabela 4	Variação da riqueza taxonômica da comunidade fitoplanctônica nos pontos de coleta e nos períodos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	59
Tabela 5	Ecologia das espécies identificadas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	62
Tabela 6	Variação da densidade fitoplanctônica ($\times 10^3$ cel.L ⁻¹) nos pontos de coleta e nos períodos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	65
Tabela 7	Variação sazonal, espacial e entremarés da clorofila <i>a</i> no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	67
Tabela 8	Distribuição das espécies identificadas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil) durante o período de estiagem.	68
Tabela 9	Distribuição das espécies identificadas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil) durante o período chuvoso.	68
Tabela 10	Contribuição dos parâmetros ambientais e biológico (biomassa fitoplanctônica) aos dois primeiros componentes principais no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	75

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A	Sinopse dos táxons do fitoplâncton identificados no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).	103
APÊNDICE B	Frequência de ocorrência dos táxons identificados no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), na baixa-mar e preamar durante o período de estiagem e chuvoso.	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo geral	18
1.1.1	Objetivos específicos	18
2	SÍNTESE DA ARTE DO LITORAL SUL	19
2.1	Estuário da bacia do Pina	19
2.2	Estuário da bacia portuária do Recife	20
2.3	Praia de Brasília Formosa	21
2.4	Praia de Boa Viagem	21
2.5	Praia de Piedade	22
2.6	Praia de Candeias	22
2.7	Estuário de Barra das Jangadas	23
2.8	Complexo estuarino de Suape	24
2.8.1	Estuário do rio Ipojuca	25
2.8.2	Estuário do rio Massangana	26
2.9	Baía de Tamandaré	27
2.10	Estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba	28
2.11	Estuário do rio Formoso	28
2.12	Estuário do rio Ariquindá	29
2.13	Estuário do rio Sirinhaém	30
2.14	Estuário do rio Una	31
2.15	Praia de Porto de Galinhas	31
2.16	Estuário do rio Maracaípe	31
3	DESCRIÇÃO DE ÁREA	32
4	MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1	Localização dos pontos de coleta	35
4.2	Procedimento de campo	35
4.2.1	Amostragem do fitoplâncton	35
4.2.1.1	Composição do fitoplâncton	35
4.2.1.2	Biomassa fitoplanctônica (mg.m^{-3})	36
4.3	Análise qualitativa do fitoplâncton	37
4.4	Análise quantitativa do fitoplâncton (cel.L^{-1})	37
4.5	Tratamento numérico dos dados	38
4.5.1	Abundância relativa	38
4.5.2	Frequência de ocorrência	38
4.6	Tratamento estatístico dos dados	38
4.6.1	Riqueza, índice de diversidade específica e equitabilidade	38
4.7	Parâmetros Climatológicos	40
4.8	Parâmetros Hidrológicos	40
4.8.1	Profundidade local (m)	40
4.8.2	Transparência da água (m)	40
4.8.3	Turbidez (NTU)	40

4.8.4	Temperatura da água (°C)	40
4.8.5	Salinidade	40
4.8.6	Potencial hidrogeniônico (pH)	40
4.8.7	Oxigênio dissolvido (ml.L ⁻¹)	40
4.8.8	Taxa de saturação de oxigênio (%)	41
4.8.9	Material em suspensão (mg.L ⁻¹)	41
4.8.10	Sais nutrientes	41
4.9	Análise Multivariada	41
4.9.1	Associação das amostras com relação aos parâmetros ambientais	41
4.9.2	Análise dos Componentes Principais	42
4.10	Análise estatística (Mann-Whitney)	42
4.11	Normalização do texto	42
5	RESULTADOS	43
5.1	Precipitação pluviométrica (mm)	43
5.2	Parâmetros Hidrológicos	43
5.2.1	Altura das marés (m)	43
5.2.2	Profundidade local (m)	44
5.2.3	Transparência da água (m)	44
5.2.4	Turbidez (NTU)	45
5.2.5	Temperatura da água (°C)	46
5.2.6	Salinidade	46
5.2.7	Potencial hidrogeniônico (pH)	47
5.2.8	Oxigênio dissolvido (ml.L ⁻¹)	48
5.2.9	Taxa de saturação de oxigênio (%)	49
5.2.10	Material em suspensão (mg.L ⁻¹)	49
5.2.11	Sais nutrientes	50
5.2.11.1	Amônia (μmol.L ⁻¹)	50
5.2.11.2	Nitrito (μmol.L ⁻¹)	51
5.2.11.3	Nitrato (μmol.L ⁻¹)	52
5.2.11.4	Fosfato (μmol.L ⁻¹)	53
5.2.11.5	Silicato (μmol.L ⁻¹)	53
5.3	Parâmetros Biológicos	54
5.3.1	Composição florística	54
5.3.2	Riqueza e distribuição taxonômica	57
5.3.2.1	Caracterização sazonal	58
5.3.2.2	Caracterização espacial	59
5.3.2.3	Caracterização entremarés	60
5.4	Característica ecológica do fitoplâncton	61
5.5	Densidade fitoplanctônica (cel.L ⁻¹)	62
5.5.1	Caracterização sazonal	64
5.5.2	Caracterização espacial	64
5.5.3	Caracterização entremarés	66

5.6	Biomassa fitoplanctônica (mg.m ⁻³)	66
5.7	Tratamento numérico dos dados	67
5.7.1	Abundância relativa das espécies	67
5.7.2	Frequência de ocorrência	69
5.7.3	Diversidade específica e equitabilidade	69
5.7.4	Análise Multivariada	70
5.7.4.1	Análise de agrupamento das espécies	70
5.7.4.2	Análise dos componentes principais	74
6	Discussão	76
7	Conclusões	89
8	Referências Bibliográficas	90
	Apêndices	103

1 INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas de elevada importância biológica e sócio-econômica. Apresenta uma comunidade abundante, diversificada e a capacidade de renovação periódica de suas águas faz destes ecossistemas, locais onde ocorrem intensas transformações da matéria orgânica, representando um importante elo de ligação entre os ecossistemas fluvial e marinho. Além disso, cerca de 2/3 das grandes cidades estão localizadas em estuários e regiões adjacentes, devido à facilidade de construção de portos, marinas, indústrias de pescado, etc (PEREIRA FILHO; SPILLERE; SCHETTINI, 2003).

Nesses ambientes, as interferências humanas incluem desde a exploração de alimento, extração de materiais de construção, transporte, recreação e deposição de esgotos até obras de engenharia e atividades agrícolas desenvolvidas ao longo das suas bacias de drenagem. Invasões de áreas públicas e aterros de áreas de mangue para usos múltiplos representam uma prática comum nessas áreas e as atividades de aquicultura e pesca predatória são exemplos adicionais dessas tensões (CABRAL; SASSI; COSTA, 2005).

A implantação do Complexo Industrial Portuário de Suape gerou uma série de impactos ambientais, como a derrocagem de trechos de recife, aterro e corte de manguezais, aumento da carga poluidora proveniente de unidades fabris e da movimentação portuária, desestruturação da pequena atividade agrícola e da pesca artesanal, sedimentação por dragagem e tráfego de embarcações de grande porte (PESSOA et al., 2009).

Estas obras têm causado a destruição irreversível do habitat e a criação de áreas novas, insuficientes para substituir as destruídas e de natureza quase sempre totalmente distinta, com os seguintes efeitos negativos sobre o ambiente: aumento do volume de água do estuário, modificação da distribuição dos valores de salinidade, oxigênio dissolvido, nutrientes, pH, turbidez e aumento da movimentação dos sedimentos no leito do estuário (ALVES COELHO et al., 2004). Além, no caso de áreas portuárias, a introdução de espécies exóticas que alteram as comunidades naturais, competindo por espaço e recursos, diminuindo a biodiversidade local.

Neste sentido, o fitoplâncton pode ser um bom instrumento de monitoramento ambiental, pela sua condição de produtor primário (BONECKER; BONECKER; BASSANI, 2002), sendo o recurso alimentar fundamental para uma grande variedade de organismos heterotróficos, desde invertebrados a vertebrados,

incluindo crustáceos, moluscos e peixes de interesse comercial, nas diferentes teias alimentares dos ecossistemas pelágicos e bentônicos (PROENÇA; FERNANDES, 2004).

A comunidade fitoplanctônica é o grupo mais onipresente de organismos autotróficos ocorrendo em todas as águas estuarinas, basicamente formada por microalgas representadas, principalmente, pelas cianobactérias, euglenofíceas, dinoflagelados, diatomáceas e algumas clorofíceas, apresentando-se de forma isolada, colonial ou filamentosa (DAY JR et al., 1989; HOEK; MANN; JAHNS, 1995).

Em função de sua importância nas redes tróficas aquáticas, de seu caráter dinâmico e das rápidas respostas às alterações físicas e químicas do meio aquático, são de extrema importância para a caracterização ecológica de ambientes costeiros, uma vez que estas comunidades estabelecem complexas relações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos disponíveis na coluna d'água (VALIELA 1995 apud SOUSA et al., 2008), além de serem utilizados como indicadores da qualidade da água.

A composição de espécies e o padrão sazonal de uma comunidade fitoplanctônica é regulada em função de vários fatores ambientais incluindo salinidade, turbidez, nutrientes, turbulência e profundidade (DAY JR et al., 1989), bem como aqueles que contribuem para a perda de biomassa, como o fluxo de marés e herbivoria (PHLIPS; BADYLAK; GROSSKOPF, 2002). Características geomorfológicas, impactos antropogênicos e as variações nas condições climáticas são outros fatores que estabelecem as características taxonômicas e a dinâmica espacial-temporal de suas comunidades (BRANDINI et al., 1997 apud MELO-MAGALHÃES et al., 2009).

Esses fatores afetam o fitoplâncton tanto em escala ecológica como nas células individuais. Na escala ecológica, fatores ambientais influenciam o fitoplâncton através da seleção de espécies, enquanto nas células individuais é regulada por mecanismos bioquímicos intracelulares, incluindo mudanças na concentração de pigmentos fornecendo uma resposta próxima do ótimo para espécies específicas (DAY JR et al., 1989).

Geralmente os grupos dominantes em estuários são as diatomáceas e os dinoflagelados, no entanto, outros grupos importantes como criptofíceas, clorofíceas e crisofíceas estão presentes (DAY JR et al., 1989). As diatomáceas constituem o grupo mais representativo, chegando a constituir mais de 80% do fitoplâncton

coletado em rede. Tal abundância é justificada pela disponibilidade de nutrientes e por suas características de eurihalinidade, o que as torna capazes de suportar as grandes variações de salinidade que normalmente ocorrem nos estuários (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004). As espécies de diatomáceas que compõem a comunidade estuarina são geralmente espécies bênticas e neríticas, embora algumas espécies planctônicas oceânicas possam ser carreadas por ação das marés ou ventos (PATRICK, 1967).

Estudos sobre o fitoplâncton estuarino demonstram que o número de espécies pode variar de uma região a outra, mas o predomínio das diatomáceas tanto qualitativamente como quantitativamente tem sido constatada mundialmente (YUNG et al., 1997; GAYOSO, 1998; YUNG et al., 2001; HUANG et al., 2004; MUYLAERT; SABBE; VYVERMAN, 2009) e é característica dos estuários de Pernambuco (KOENING; ESKINAZI-LEÇA; NEUMANN-LEITÃO, 2002; LEÃO et al., 2008; HONORATO DA SILVA et al., 2009; SANTIAGO et al., 2010a).

Desta forma, o estudo sobre a composição, taxonomia e ecologia de organismos fitoplanctônicos são de fundamental importância para traçar um perfil das condições e do potencial ecológico de um estuário.

Pelo exposto, desenvolveu-se este trabalho com objetivo geral de caracterizar a variação quali-quantitativa da comunidade fitoplanctônica em escalas sazonal, espacial e entremarés correlacionada com os parâmetros abióticos no ecossistema estuarino do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), tendo como objetivos específicos:

- Avaliar a composição específica do fitoplâncton em um gradiente sazonal, espacial e entremarés;
- Determinar a densidade total (cel.L^{-1}) dos organismos fitoplanctônicos;
- Determinar a biomassa fitoplanctônica (mg.m^{-3});
- Relacionar os dados da comunidade fitoplanctônica com as variáveis ambientais.

2 SÍNTESE DA ARTE DO LITORAL SUL

Os trabalhos realizados no litoral Sul de Pernambuco sobre a flora planctônica são em menor quantidade quando comparados aos do litoral Norte do estado, alguns trabalhos têm sido publicados em áreas costeiras abrangendo estuários, baías e praias, estendendo-se desde a bacia do Pina até os municípios de Tamandaré e Rio Formoso.

Dentre os trabalhos desenvolvidos nessas áreas constata-se que a área de Suape destaca-se entre as demais com registro de 19,64% do total de trabalhos, seguido de Barra das Jangadas 14,29%, Tamandaré 14,29% e Bacia do Pina com 12,50% de todo levantamento realizado (monografias, dissertações, teses e artigos publicados em periódicos).

2.1 ESTUÁRIO DA BACIA DO PINA

O fitoplâncton nesta área está caracterizado por uma diversidade de formas, 186 táxons, com destaque para as espécies *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve e *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg consideradas dominantes e frequentes, com florescimentos na primavera e verão na baixa-mar e preamar. As diatomáceas é o grupo mais expressivo nas preamares, destacando-se a espécie *Skeletonema costatum*. O regime de maré influencia bastante a variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos na área. A salinidade (0,35 a 37,12) varia tanto em função da altura da maré, mais elevada na preamar, como em função da precipitação pluviométrica. Ocorre uma relação inversa entre a salinidade e a biomassa fitoplanctônica onde os maiores teores de salinidade coincidem com as menores concentrações de clorofila *a*. Os sais nutrientes são mais elevados na baixa-mar e no período chuvoso em função do maior aporte destes sais decorrente da drenagem terrestre. O silicato (4,90 a 476,04 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) apresenta as maiores concentrações seguido pelo nitrato (0,76 a 29,77 $\mu\text{mol.L}^{-1}$), amônia (3,99 a 16,18 $\mu\text{mol.L}^{-1}$), fosfato (0,30 a 14,82 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) e nitrito (0,05 a 6,09 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). A biomassa fitoplanctônica é bastante elevada durante o período de estiagem, coincidindo com os menores índices de precipitação pluviométrica. Durante o período chuvoso, o aumento de material em suspensão diminui a camada fótica impedindo um maior desenvolvimento do fitoplâncton neste período. Os níveis de produção primária variam de 0,05 a 260,45 $\text{mg.C.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ apresentando um ciclo sazonal bem definido com elevados índices no período de estiagem. Os teores de clorofila *a* variam entre

2,43 a 260,45 mg.m⁻³, com as maiores concentrações na baixa-mar, e a fração mais representativa é a do nano/picofitoplâncton independente de variações sazonal, espacial e entremarés. A contribuição dos cinco rios que convergem para formar a bacia do Pina, além do lançamento de esgotos domésticos (*in natura*) contribuem para o aumento na concentração de sais nutrientes e da clorofila *a*, levando o estuário da bacia do Pina a condição de um ambiente hipereutrofizado (FEITOSA; PASSAVANTE, 1990;1991/1993; MAIA; KOENING; ESKINAZI-LEÇA,1993; MAIA, 1995; FEITOSA; NASCIMENTO; COSTA, 1999; NASCIMENTO et al., 2003; SANTOS et al., 2009).

2.2 ESTUÁRIO DA BACIA PORTUÁRIA DO RECIFE

A área apresenta uma comunidade fitoplanctônica bastante diversificada com 127 táxons, e as diatomáceas é o grupo que mais contribui para a riqueza de espécies. O fitoplâncton é dominado pelas espécies *Helicotheca thamesis* (Shrubsole) Ricard na maré de sizígia e *Coscinodiscus* sp na maré de quadratura no período de estiagem e por *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg na maré de sizígia e *Oscillatoria* sp na maré de quadratura no período chuvoso. Além das espécies abundantes, *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round durante o período chuvoso na preamar, e *Plagiogramma* sp. durante o período de estiagem nas marés enchente e preamar. As espécies ticoplanctônicas predominam na área, seguida das planctônicas marinhas neríticas e oceânicas, das dulciaquícolas e estuarinas. A salinidade varia de 1 a 8 no período chuvoso e de 21 a 36 no período de estiagem. Em relação aos sais nutrientes, as concentrações de nitrito+nitrato variam entre 3,8 e 59,75 µmol.L⁻¹ e de silicato entre 10,70 e 133,89 µmol.L⁻¹, mais elevadas no período chuvoso. As concentrações de amônia variam de indetectáveis a 23,43 µmol.L⁻¹ e de fosfato variam de 1,50 a 16,40 µmol.L⁻¹, mais elevadas durante o período de estiagem. Os teores de clorofila *a*, variam de 3,30 a 54,40 mg.m⁻³, e são mais elevados na baixa-mar de quadratura no período de estiagem. A sazonalidade determina a estrutura da comunidade fitoplanctônica, em vez do fluxo estuarino. É verificado os maiores valores de riqueza do fitoplâncton durante o período chuvoso. A área é exposta sazonalmente a vários impactos negativos, devido aos efluentes domésticos e ao elevado nível de eutrofização (BORGES, 2008; SANTIAGO et al., 2010a).

2.3 PRAIA DE BRASILIA FORMOSA

A composição fitoplanctônica da área é constituída por 84 espécies, e as diatomáceas é o grupo mais representativo. Destacam-se as espécies *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round predominante no período chuvoso e *Heliotheca thamesis* (Shrubsole) Ricard no período de estiagem. As diatomáceas apresentam densidade fitoplanctônica variando de 10 a $1,89 \times 10^3$ cel.L⁻¹, com destaque para as espécies *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey (máximo de 450×10^3 cel.L⁻¹), *Cylindrotheca closterium* (Erenbergh) Reimann e Lewis (máximo de 400×10^3 cel.L⁻¹) e *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve (máximo de 610×10^3 cel.L⁻¹). Os valores de densidade dos fitoflagelados variam de 10 a 280×10^3 cel.L⁻¹, com os maiores valores registrados no período de estiagem. Os dinoflagelados, clorófitas e as euglenófitas são pouco representativos, não apresentando variação sazonal, enquanto as cianobactérias ocorrem principalmente no período de estiagem. A clorofila a total varia de 1,55 a 33,54 mg.m⁻³. Os teores de salinidade são altos (33,25), bem como os teores de oxigênio dissolvido (5,81 mg.L⁻¹) e nitrato ($>7,91$ µmol.L⁻¹), além de concentrações de nitrito (0,33 µmol.L⁻¹), fosfato (0,41 µmol.L⁻¹) e silicato (18,68 µmol.L⁻¹). A precipitação pluviométrica condiciona a distribuição da salinidade, pH, sais nutrientes, biomassa e densidade fitoplanctônica. Os altos valores do nitrato, de densidade fitoplanctônica e clorofila a, ocorrem principalmente no período de estiagem, onde ocorre maior influência da exploração turística, e estão diretamente relacionados a tributários de origem antrópica, o que ocasiona uma leve eutrofização na área (FERREIRA et al., 2008; FERREIRA et al., 2010a).

2.4 PRAIA DE BOA VIAGEM

A comunidade fitoplanctônica está representada por 84 espécies, sendo as diatomáceas o grupo mais frequente e abundante, destacando-se as espécies *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round (dominante no período chuvoso), *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle e *Helicotheca thamesis* (Shrubsole) Ricard (dominante no período de estiagem). Os teores de clorofila a, composição e densidade fitoplanctônica respondem às variações ambientais, causando um florescimento de microalgas, com valores elevados ($7,7 \times 10^5$ cel.L⁻¹) no período de estiagem. A estrutura da comunidade fitoplanctônica está relacionada à precipitação pluviométrica (FERREIRA et al., 2009; FERREIRA et al., 2010a).

2.5 PRAIA DE PIEDADE

A área apresenta 98 espécies identificadas, com a dominância das diatomáceas com destaque para as espécies *Grammatophora hamulifera* Kutzing, *Triceratium contortum* Shadbolt, *Podocystis adriatica* Kutzing e *Amphora arenaria* Donkin descritas pela primeira vez para o Brasil. Destacam-se como dominantes e muito frequentes as espécies *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round e *Belleriochea malleus* (Brightwell) van Heurck (período chuvoso) e *Helicotheca thamesis* (Shrubsole) Ricard e *Licmophora abbreviata* Agardh (período de estiagem). Além das espécies *Cyclotella meneghiniana* (Kutzing) Grunow, *Microcystis aeruginosa* Kutzing e *Phacus* sp. que podem ocorrer tanto em ambiente dulciaquícola quanto marinho. A área apresenta diversidade específica alta, valores elevados de clorofila *a* (0,31 a 9,02 mg.m⁻³) e densidade fitoplanctônica onde os fitoflagelados e diatomáceas apresentam os maiores valores de densidade (640 e 485 x10³ cel.L⁻¹, respectivamente), destacando-se a espécie *Licmophora abbreviata*. Quanto à produção primária fitoplanctônica, em um perfil perpendicular à costa, observa-se uma variação espacial e temporal, com valores que variam entre 0,08 e 57,34 mgC.m⁻³.h⁻¹, com maior produção nas estações situadas próximas à costa. A taxa de assimilação do fitoplâncton apresenta uma variação de 0,07 a 8,73 mgC/mgClor.m³. Há uma influência considerável do rio Jaboatão, principalmente nas estações mais próximas da costa que durante o período chuvoso têm sua produção orgânica reduzida, enquanto nas estações mais afastadas da costa, a produção é maior no período chuvoso. A hidrologia da área é caracterizada por valores de temperatura, teores de oxigênio dissolvido e salinidade elevados e pH alcalino. Quanto aos nutrientes, os altos teores de nitrato (>7 µmol.L⁻¹) indicam a eutrofização que ocorre na área, está relacionada ao aporte do estuário de Barra de Jangadas, que é considerado altamente eutrofizado (ESKINAZI; SATÔ, 1963/64; PASSAVANTE; FEITOSA, 1995; LEÃO, 2002; FERREIRA et al., 2010a; FERREIRA et al., 2010b).

2.6 PRAIA DE CANDEIAS

O ambiente apresenta-se politrófico (>10 mg.m³), devido à proximidade do estuário do rio Jaboatão, e depois da retirada do espigão na face sul e do engordamento artificial da praia, a biomassa apresenta valores reduzidos. Os teores de clorofila *a* na área variam de 11,12 a 158,99 mg.m³, com valores mais elevados

no período chuvoso, e na área interna do quebra-mar. Estes valores estão associados à precipitação pluviométrica. Ocorre um declínio na eutrofização devido à remoção do espigão e a pluviometria sazonal, o que melhora a circulação da água e controla a abundância do fitoplâncton. A temperatura varia entre 31,5 e 33,5°C. Os teores médios de salinidade apresentam variação espacial, variando de 21 a 29, devido à influência do rio Jaboatão. O quebra-mar e o espigão atuam como agentes modificadores da dinâmica costeira local, promovendo desequilíbrio nas comunidades biológicas (SANTOS; PASSAVANTE; BARROS, 2007; PASSAVANTE; SILVA; FIGUEIREDO, 2008).

2.7 ESTUÁRIO DE BARRA DAS JANGADAS

Nesta área foi realizado por Ottmann et al. (1967), o primeiro trabalho do fitoplâncton estuarino através de um estudo sobre os efeitos da poluição, fazendo referência a algumas espécies de microalgas ocorrentes na área, como os gêneros *Chaetoceros* e *Rhizosolenia*. São inventariados na área 266 táxons destacando-se as diatomáceas quali-quantitativamente apresentando maior número de riqueza de espécies. As diatomáceas *Bellerochea malleus* (Brightwell) Van Heurk, *Thalassiosira* sp, *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Melosira sulcata* Ehrenberg (Cleve), *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg e *Cyclotella meneghiniana* Kützing, são consideradas dominantes. Além das cianobactérias *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Microcystis flos-aquae* (Wittrock) Kirchner, *Oscillatoria* sp, *Sphaerocystis* sp, e Palmellaceae. As espécies *Actinocyclus roperii* (Brébisson) Grunow, *Rhaphoneis discoides* Subrahmanyam, *Pinnularia clericcii* var. *correntina* Frenguelli e *Nitzschia fasciculata* (Grunow) Heurck são registradas pela primeira vez para o Brasil (ESKINAZI, 1967), além das espécies *Microcystis robusta*, *Arthrospira spirulinoides*, *Euglena tuba*, *Lepocinclis fusiformis*, *Lepocinclis salina*, *Lepocinclis sphagnophila*, *Phacus caudata* var. *ovalis*, *Phacus kelikoides*, *Phacus orbicularis*, *Phacus orbicularis* var. *caudatus*, *Trachelomonas armata*, *Trachelomonas armata* var. *longispina*, *Trachelomonas armata* var. *steinii*, *Trachelomonas dastuguei*, *Dimeregramma fulvum*, *Dimeregramma marinum*, *Eunotia exigua*, *Eunotia sarekensis*, *Hantzschia linearis*, *Nitzschia distans*, *Nitzschia insignis*, *Nitzschia smithii*, *Surirella apiculata*, *Pediastrum duplex* var. *duplex*, *Pediastrum duplex* var. *clathratum*, *Pediastrum duplex* var. *punctatum*, *Pediastrum duplex* var. *rugulosum*, *Ankistrodesmus bibraianus*, *Monoraphidium arcuatum*,

Monoraphidium saxatile, *Selenastrum gracile*, *Staurodesmus megacanthus*, *Chlamidocapsa bacillus*, *Tetraedron regulare*, *Characium limneticum*, *Crucigeniella apiculata*, *Scenedesmus brevispina*, *Scenedesmus decorus*, *Scenedesmus dispar*, *Scenedesmus incrassatulus*, *Scenedesmus intermedius*, *Scenedesmus obtusus*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus quadricauda* var. *granulatus*, *Scenedesmus quadricauda* var. *longispina*, *Scenedesmus quadricauda* var. *quadricauda*, *Scenedesmus quadricauda* var. *westii*, *Tetrastrum elegans*, *Cosmarium formulosum* e *Staurostrum leptocladum* var. *africanum*, citadas pela primeira vez para Pernambuco (LACERDA, 2004). É verificado na área que os maiores números de células/litro do fitoplâncton ocorrem no período de estiagem. Os valores de clorofila *a* variam entre 0,57 e 158,6 mg.m⁻³ e as condições de luminosidade e a disponibilidade de nutrientes favorecem o desenvolvimento fitoplanctônico, com elevadas concentrações de clorofila *a*, caracterizando a área como eutrófica. A fração do fitoplâncton que é mais representativa na área é a do pico/nanofitoplâncton. Os teores de salinidade são mais elevados no período de estiagem o que influencia a distribuição das espécies ao longo do estuário, com as marinhas eurialinas ocorrendo em maior número durante a preamar e as espécies limnéticas durante a baixa-mar. De maneira geral as concentrações dos sais nutrientes são mais elevadas nas baixamares e durante o período chuvoso. As concentrações de amônia variam entre 0,64 a 2,15 µmol.L⁻¹, nitrito entre valores indetectáveis a 3,93 µmol.L⁻¹, nitrato entre 0,36 a 18,66 µmol.L⁻¹, fosfato de 0,01 a 5,80 µmol.L⁻¹, e silicato entre 6,68 a 147,67 µmol.L⁻¹. O ambiente estuarino de Barra das Jangadas é considerado eutrófico devido aos impactos antrópicos (ESKINAZI-LEÇA et al., 1997; BRANCO et al., 2000; BRANCO, 2001; BRANCO; FEITOSA; FLORES MONTES, 2002; LACERDA, 2004; NORIEGA et al., 2005).

2.8 COMPLEXO ESTUARINO DE SUAPE

Os primeiros trabalhos sobre o fitoplâncton na região estuarina de Suape foram executados antes da construção do Complexo Industrial Portuário, com os trabalhos de Cavalcanti et al. (1980) e do Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco (CONDEPE) (1983) onde foram referenciadas populações típicas de diversos sistemas delimitando zonas quanto à sua distribuição na área.

A área do Complexo estuarino de Suape apresenta densidades do fitoplâncton que variam de 416.200 a 8.655.400 cel.L⁻¹. No estuário do rio

Massangana os valores de densidade oscilam entre 654.400 e 3.161.400 cel.L⁻¹. No estuário do rio Tatuoca, são verificados os maiores valores de densidade variando de 6.094.800 a 8.655.400 cel.L⁻¹. Na baía de Suape, os valores são os mais baixos, com o mínimo de 462.400 cel.L⁻¹. Estas áreas apresentam os valores de densidade mais elevados no período chuvoso, enquanto no estuário do rio Ipojuca (416.200 e 5.748.600 cel.L⁻¹) o aumento no número de células ocorre no período de estiagem. Os maiores valores de densidade são registrados durante o período chuvoso nos estuários dos rios Massangana e Tatuoca e na Baía de Suape, enquanto no período de estiagem os maiores valores são no estuário do rio Ipojuca. Quanto ao aspecto qualitativo, são identificadas 72 espécies, destacando-se as espécies *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Chaetoceros laevis* Leuduger-Fortmorel, *Chaetoceros rostratus* Lauder, *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Coscinodiscus granii* Gough, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Melosira moniliformis* (Müller) Agardh, *Nitzschia paradoxa* Muller, *Terpsinoe musica* Ehrenberg e *Chaetoceros affinis* var. *willei* Lauder, como as mais frequentes e abundantes (ESKINAZI-LEÇA; KOENING, 1985/86). A composição específica do fitoplâncton é influenciada através do incremento de espécies marinhas e dulciaquícolas em função da variação da maré (KOENING; ESKINAZI-LEÇA 1991; BARROS-FRANCA; BATISTA, 1991; ESKINAZI-LEÇA, 1991).

2.8.1 ESTUÁRIO DO RIO IPOJUCA

A flora planctônica no estuário do rio Ipojuca é constituída de 97 táxons, destacando-se as espécies *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst, *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont, *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, *Climacosphenia moniligera* Ehrenberg e *Licmophora abbreviata* Agardh consideradas muito frequentes nos períodos de estiagem e chuvoso. Há uma predominância de associações de espécies de diatomáceas marinhas eurialinas e ausência de associações de espécies de diatomáceas dulciaquícolas indicando que as preamares têm influência marcante na área estuarina. A densidade fitoplanctônica total apresenta menores valores no período chuvoso, com valor mínimo de 142.000 e máximo de 740.00 cel.L⁻¹. Neste período predomina a fração do nanofitoplâncton com valores entre 75.000 e 615.000 cel.L⁻¹ e, com os fitoflagelados como o grupo dominante, com 525.000 cel.L⁻¹. A fração do microfitoplâncton apresenta variação de 47.000 a 188.000 cel.L⁻¹, destacando-se o grupo das diatomáceas. No período de

estiagem, a densidade fitoplanctônica é mais elevada, com valores entre 262.000 a 1.789.000 cel.L⁻¹. Neste período a fração que predomina é a do nanofitoplâncton, com mínimo de 5.000 cel.L⁻¹ e máximo de 1.285.000 cel.L⁻¹, destacando-se os fitoflagelados, com densidade máxima de 720.000 cel.L⁻¹. A fração do microfitoplâncton apresenta valores de densidade variando de 77.000 a 866.000 cel.L⁻¹, com destaque para as diatomáceas com 718.000 cel.L⁻¹, na maré enchente. Os teores de salinidade apresentam amplas variações caracterizando o ambiente de oligoalino (4,17) a eualino (36,45) no período chuvoso e de mesoalino (11,5) a eualino (37,18) no período de estiagem. Os sais nutrientes apresentam concentrações variando de 0,001 e 1,344 µmol.L⁻¹ para o nitrito; 0,022 e 8,163 µmol.L⁻¹ para nitrato; 0,193 e 1,301 µmol.L⁻¹ para fosfato; e 14,562 e 141,661 µmol.L⁻¹ para silicato. O maior aparecimento de espécies de diatomáceas litorais (epífitas e bentônicas) que predominam na área, é decorrente da pequena profundidade, da grande sedimentação na área e dos processos de ressuspensão. A abertura feita nos recifes permite a penetração do fluxo marinho, favorecendo também a ocorrência das espécies de dinoflagelados que são características de águas oceânicas, as quais encontram na área condições para se desenvolverem, contribuindo com 27,41% da população, enquanto que, antes da construção do Porto, eram representadas por apenas 3,33%. A grande quantidade de material em suspensão no estuário do rio Ipojuca, provoca uma diminuição da transparência da água, durante o período chuvoso, quando é bem maior o aporte de substâncias alóctones. Antes da construção do Porto, o número de células atingia valor mínimo de 416.000 cel.L⁻¹ e máximo de 5.748.000 cel.L⁻¹ (KOENING; ESKINAZI-LEÇA 1991). Após a construção do porto, estes valores decresceram para o mínimo de 142.000 cel.L⁻¹ e o máximo de 1.789.000 cel.L⁻¹, condicionando um decréscimo de 70% da densidade fitoplanctônica. Observa-se que os constantes impactos na área levam à mudança no ecossistema e afetam a dinâmica da estrutura da comunidade fitoplanctônica (KOENING; ESKINAZI-LEÇA; CARVALHO, 1996; KOENING; ESKINAZI-LEÇA; NEUMANN-LEITÃO, 2002).

2.8.2 ESTUÁRIO DO RIO MASSANGANA

São identificadas 75 espécies do fitoplâncton no estuário do rio Massangana onde as diatomáceas são as mais representativas, tanto em frequência de ocorrência como em abundância relativa, com destaque para as espécies:

Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round, *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst, *Isthmia enervis* Ehrenberg e *Surirella ovata* Kutzing. A estrutura florística está dominada por espécies marinhas eurialinas com registro de espécies potencialmente nociva, não tóxica e tóxica (*Microcystis* sp., *Dinophysis caudata* Saville-Kent, *Protoperdinium* sp., *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round e *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg), além da presença de outros gêneros (*Merismopedia*, *Pseudonitzschia* dentre outros) que são utilizados como bioindicadores da qualidade de água. O ciclo das marés e a salinidade contribuem para a complexidade ambiental da área, sendo os principais condicionantes para a distribuição da composição fitoplanctônica, e que os constantes impactos no estuário do rio Massangana vêm favorecendo cada vez mais a ocorrência de espécies oportunistas (r-estrategistas). Além disso, há uma pequena redução do número de células/litro, além do predomínio da fração do nanofitoplâncton no período de estiagem e do microfitoplâncton no período chuvoso, quando comparado com os resultados obtidos antes da construção do Porto (KOENING; MACEDO; COSTA, 1995; SANTIAGO et al., 2010b).

2.9 BAÍA DE TAMANDARÉ

Esta área apresenta uma comunidade fitoplanctônica constituída de 101 táxons, destacando-se as diatomáceas, corroborando a dominância e a frequência destas microalgas em outros ambientes costeiros. As espécies *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg e *Synechococcus elongatus* (Nägeli) Nägeli são dominantes, enquanto *Striatella unipunctata* (Lyngbye) Agardh é abundante. A densidade fitoplanctônica apresenta valores variando de 2,22 a 92.352 cel.L⁻¹, com os maiores valores observados na baixa-mar. Quantitativamente destacam-se as diatomáceas, com as espécies *Coscinodiscus centralis* e *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kutzing. O registro do fenômeno da maré vermelha é ocasionado pela espécie *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg, que é conhecida por ter uma grande capacidade de se multiplicar em águas com maior transparência. Os teores de salinidade permitem o desenvolvimento das diatomáceas, caracterizando o grupo como o mais diversificado, constituído em sua maioria por espécies eurialinas. A clorofila a varia de 10,91 a 14,98 mg.m⁻³ na maré de quadratura e de 0,92 a 4,05 mg.m⁻³ na maré de sizígia. No período de estiagem, os fatores como a intensidade

luminosa, a disponibilidade de nutrientes e os baixos índices pluviométricos contribuem para o aumento da riqueza taxonômica na área. Quanto aos sais nutrientes é observada uma variação sazonal, com concentrações de fosfato e silicato mais elevadas durante o período de estiagem, enquanto os nutrientes nitrogenados são mais elevados durante o período chuvoso. As concentrações de sais nutrientes permitem classificar a área como oligotrófica apesar de receber um aporte de nutrientes de origem continental (SATÔ; PARANAGUÁ; ESKINAZI, 1963/64; RAPÔSO, 1979; MOURA, 1991; MOURA; PASSAVANTE, 1994/95; GALVÃO, 1996; ROSEVEL DA SILVA; SILVA-CUNHA; FEITOSA, 2004b; ROSEVEL DA SILVA et al., 2005; AMANCIO, 2005).

2.10 ESTUÁRIOS DOS RIOS ILHETAS E MAMUCABA

A área apresenta uma comunidade fitoplanctônica constituída por 129 táxons, com as espécies *Fragilaria capucina* Desmazières, *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia setigera* Brightwell e *Thalassiosira leptopus* (Grunow) Hasle e Frywell como as mais representativas. A biomassa fitoplanctônica apresenta valores variando de indetectáveis a 22,20 mg.m⁻³, mais elevadas durante o período de estiagem e nos pontos onde são encontrados os menores valores de salinidade. A salinidade varia entre zero (0) e 36, apresentando um padrão salino variando do limnético ao eualino, característico de ambientes estuarinos. As concentrações de sais nutrientes como as de fosfato variam de indetectável a 0,31 µmol.L⁻¹, o nitrito varia de indetectável a 0,99 µmol.L⁻¹, o nitrato de indetectável a 3,74 µmol.L⁻¹ e o silicato varia de 3,21 a 118,80 µmol.L⁻¹. A área estuarina dos rios Ilhetas e Mamucaba é caracterizada como de baixa influência antrópica (LOSADA; FEITOSA; LINS, 2003; ROSEVEL DA SILVA; SILVA-CUNHA; FEITOSA, 2004a).

2.11 ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO

São conhecidos 204 táxons do estuário do rio Formoso, destacando-se as diatomáceas que contribuem com a maior riqueza na área. As espécies de diatomáceas *Chaetoceros costatus* Pavillard, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Chaetoceros* sp, *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg e a euglenofícea *Trachelomonas* sp são consideradas dominantes na área. Quanto à classificação ecológica ocorre a predominância de espécies eurialinas representando 86,49% de todos os táxons específicos, evidenciando a forte influência das águas marinhas

costeiras. De maneira geral, as concentrações de sais nutrientes são mais elevadas durante a baixa-mar e no período chuvoso. As concentrações de nitrito (valores indetectáveis a $0,48 \mu\text{mol.L}^{-1}$), nitrato (valores indetectáveis a $6,30 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e fosfato (valores indetectáveis a $0,77 \mu\text{mol.L}^{-1}$) são mais elevadas no período chuvoso, enquanto o silicato ($7,14$ a $75,63 \mu\text{mol.L}^{-1}$) apresenta concentrações mais elevadas no período de estiagem. Os teores de clorofila *a* variam de $2,45$ a $70,22 \text{ mg.m}^{-3}$, com os maiores valores registrados no período chuvoso. As concentrações de biomassa e de sais nutrientes caracterizaram o estuário como um ambiente eutrófico (HONORATO DA SILVA et al., 2009).

2.12 ESTUÁRIO DO RIO ARIQUINDÁ

A comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ariquindá é constituída por 226 espécies, com o predomínio quali-quantitativo das diatomáceas, com destaque para as espécies *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg, *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey e *Chaetoceros curvisetus* Cleve, como dominantes e muito frequentes, consideradas espécies chave do estuário. É registrado florescimento de dinoflagelados (*Prorocentrum* sp) e clorofíceas (Chlorococcales). A densidade fitoplanctônica apresenta variação sazonal, espacial e entre os diferentes estágios de maré, registrada a existência de um ciclo sazonal característico, com as maiores densidades no período de estiagem e nas baixa-mares. Os valores de densidade variam de 15.000 a $1.520.000 \text{ cel.L}^{-1}$. O fitoplâncton apresenta diversidade específica alta, com a flora bem distribuída constituída principalmente por espécies eurialinas, neríticas e oceânicas. A concentração da clorofila *a* total e fracionada ($<20\mu\text{m}$) varia de $1,56$ a $18,21 \text{ mg.m}^{-3}$, considerado um ambiente mesotrófico. A fração do pico/nanofitoplâncton ($<20\mu\text{m}$) é a que predomina no estuário em ambos os períodos (chuvoso e de estiagem) e nos diferentes estágios de maré (baixa-mar e preamar). A produção fitoplanctônica, varia de $4,26$ a $77,98 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$. Para os teores de salinidade observa-se uma variação de $3,45$ a $37,97$, com os menores teores no período chuvoso. A concentração de nitrito varia de indetectável a $0,13 \mu\text{mol.L}^{-1}$, o nitrato de valores indetectáveis a $2,32 \mu\text{mol.L}^{-1}$, o fosfato de $0,03$ a $1,33 \mu\text{mol.L}^{-1}$ e o silicato varia de $6,05$ a $106,02 \mu\text{mol.L}^{-1}$. A precipitação pluviométrica apresenta-se como um fator condicionante apenas para o silicato, a transparência da água e a salinidade, provavelmente, em função de ser um rio litorâneo, de planície e com pequena bacia hidrográfica. Outro fator condicionante é a maré que

proporciona nas preamares as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, transparência da água e salinidade. O estuário do rio Ariquindá é classificado como área livre de fortes impactos antrópicos e a comunidade fitoplanctônica mostra uma moderada capacidade produtiva (GREGO et al., 2009; GREGO, 2010).

2.13 ESTUÁRIO DO RIO SIRINHAÉM

A comunidade fitoplanctônica está representada por 180 táxons, com a presença marcante das diatomáceas e clorofíceas, superando os demais grupos de microalgas. As espécies de diatomáceas *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey, *Chaetoceros* sp, *Cerataulus turgidus* Ehrenberg, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, *Terpsinoe musica* Ehrenberg, *Synedra* sp, e as clorofíceas *Oedogonium* sp e *Pleodorina* sp são consideradas espécies dominantes na área. São consideradas novas ocorrências: a euglenofícea (*Phacus anacoelus* Stokes), o dinoflagelado (*Ceratium porrectum* Karsten), as diatomáceas (*Thalassiosira decipiens* (Grunow) Jorgensen, *Triceratium repletum* Greville, *Pinnularia crucífera* Cleve-Euler, *Surirella striatula* Turpin, *Surirella tenera* Gregory), clorofíceas (*Coelastrum sphaericum* Nägeli, *Gonatozygon pilosum* Wolle, *Closterium costatum* Corda ex Ralfs, *Closterium intermedium* Ralfs, *Closterium leibleinii* Kützing ex Ralfs, *Closterium lunula* Ehrenberg & Kemprich ex Ralfs, *Closterium parvulum* Nägeli, *Closterium striatula* Ehrenberg, *Cosmarium denticulatum* Borge) e rodofícea (*Batrachospermum* sp), que contribuem com uma maior diversidade algal para o estado de Pernambuco. O fluxo e o refluxo de marés proporcionam as condições ideais para o desenvolvimento de espécies marinhas eurialinas (42,18%) e limnéticas (25,85%), destacando-se, dentre estas, as espécies ticoplanctônicas (31,29%). Os sais nutrientes comportam-se de maneira diferenciada com o fosfato (indetectáveis a 0,49 $\mu\text{mol.L}^{-1}$), nitrito (indetectáveis a 5,11 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) e o nitrato (indetectáveis a 29,84 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) com maior concentração durante o período chuvoso, e o silicato (11,35 a 156,42 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) não apresenta variação significativa. Os teores de clorofila *a* variam de 0,41 a 56,58 mg.m^{-3} , caracterizando a área como eutrófica. O padrão estrutural do fitoplâncton, representado pela composição, riqueza e diversidade específica, confirma que, no estuário do rio Sirinhaém, as alterações físicoquímicas ambientais e/ou atividades antrópicas não influenciam a comunidade fitoplanctônica existente no trecho estudado (HONORATO DA SILVA, 2009).

2.14 ESTUÁRIO DO RIO UNA

Apresenta concentrações elevadas de biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) no período chuvoso e na baixa-mar, com valores entre 1,68 e 36,30 mg.m⁻³, classificando a área estuarina do rio Una como altamente produtiva. Ocorre uma sazonalidade entre a distribuição dos sais nutrientes no estuário, com concentrações de silicato (12,99 a 476,04 µmol.L⁻¹) mais elevadas no período de estiagem, enquanto as concentrações de nitrito (indetectáveis a 0,37 µmol.L⁻¹) e nitrato (0,05 a 14,70 µmol.L⁻¹) são mais elevadas no período chuvoso. Apenas o fosfato (indetectáveis a 0,76 µmol.L⁻¹) não apresenta variação sazonal (BASTOS; FEITOSA; MUNIZ, 2005).

2.15 PRAIA DE PORTO DE GALINHAS

A biomassa fitoplanctônica varia entre 0,93 e 9,36 mg.m⁻³, apresentando um ciclo sazonal nítido com valores mais elevados no período chuvoso. As diatomáceas *Chaetoceros* sp, *Biddulphia* sp, *Navicula* sp e a cianobactéria *Oscillatoria* sp contribuem para a elevada biomassa na área. No período chuvoso, o aporte terrígeno condiciona um maior florescimento do fitoplâncton. Os teores de oxigênio dissolvido variam de 2,92 a 7,67 ml.L⁻¹, caracterizando o ambiente como isento de poluição orgânica. A salinidade na área apresenta-se homogênea, com teores que variam entre 30 e 40,64 (FONSECA et al., 2002).

2.16 ESTUÁRIO DO RIO MARACAÍPE

Os teores de clorofila *a* variam entre 1,69 e 19,72 mg.m⁻³, caracterizando o estuário do rio Maracaípe como de um típico ambiente estuarino, não ocorrendo variação sazonal nítida. Os dados de pluviometria variam de 15,5 a 187,9 mm. A temperatura da água de 24 a 31°C. Os teores de salinidade oscilam entre 21,25 e 36,89, com níveis mais elevados no período de estiagem. As concentrações de oxigênio dissolvido variam entre 2,09 e 7,73 ml.L⁻¹. Os parâmetros hidrológicos estão associados, direta ou indiretamente, a intensidade das descargas pluviais. De acordo com os teores de clorofila *a*, o ambiente é classificado como eutrófico (ANDRADE; PASSAVANTE; MUNIZ, 2004).

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA

O estado de Pernambuco está situado na região nordeste do Brasil entre as coordenadas 07°32'00 "e 08°55'30" S e 34°48'35 "e 41°19'54" W, limitando-as ao norte com o estado da Paraíba e Ceará, ao sul com Alagoas e Bahia, a oeste com o Piauí e a leste com o oceano Atlântico. A área do estado corresponde a 98.281 km², subdividindo-se em áreas fitogeográficas do Litoral, Agreste e Sertão, com suas características próprias. A Zona Litoral e Mata situa-se na faixa úmida costeira e ocupa uma área de 11.776 km² (MACÊDO; KOENING, 1987).

A região se caracteriza por apresentar clima tipo Ams', ou seja, tropical úmido, segundo o sistema de Köppen. A precipitação pluviométrica anual chega a mais de 2000 mm. Existem pelo menos seis sistemas atmosféricos que produzem precipitação significativa na região: a zona de convergência intertropical (ZCIT), as bandas de nebulosidade associadas as frentes frias, os distúrbios de leste, os vórtices ciclônicos de ar superior (VCAS), as brisas terrestres e marítimas e as oscilações 30-60 dias. Esses fenômenos atuam em sub-regiões distintas (BRABO ALVES et al., 2006).

Aragão (2000) afirma que, na área os principais agentes causadores da pluviosidade são os distúrbios de leste (perturbações e ondas de leste) que ocorrem de maio a agosto caracterizando o período chuvoso e os demais meses correspondem ao período seco. A área apresenta temperatura do ar elevada, com média anual entre 22 e 26°C, alta insolação com totais anuais de horas de brilho de sol de 2200 a 3200, evaporação é também elevada, variando de 800 a 1800 mm anuais e a umidade relativa do ar média anual oscila de 50 a 90%.

Predominam na área, os ventos alísios de sudeste com variações de leste e nordeste, com velocidade média em torno de 2,5 ms⁻¹ constituintes da massa equatorial atlântica e as brisas marinhas as quais diminui os efeitos térmicos próprios das baixas latitudes (ANDRADE; LINS, 1971).

O Setor Sul do litoral pernambucano, abrangendo sete municípios litorâneos do estado totaliza 2.097 km² ou o equivalente a 2,13% da superfície estadual. O referido setor é composto pelos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande. Esses municípios integram também as microrregiões Mata Meridional Pernambucana e Suape, detendo 44,30% da área da primeira e a totalidade da área da segunda (CPRH, 2001).

O Complexo Industrial Portuário de Suape está localizado nos municípios do Cabo e Ipojuca, entre as latitudes 8°20'00" e 8°29'00" S e longitudes 34°56'30" e 35°03'00" W, distando cerca de 40 km da cidade do Recife. Longitudinalmente, situa-se à linha da costa, tendo como limite norte a foz da confluência dos rios Jaboatão e Pirapama, e na direção sul o Pontal do Cupe (VASCONCELOS FILHO; GUEDES; SOBRINHO, 1990).

O clima é quente e úmido pseudo-tropical, do tipo As', segundo Köppen. O regime pluviométrico varia entre 1.850 a 2.300 mm anuais. A temperatura média anual é de 24°C, umidade relativa média anual superior a 80% e predominam os ventos de sudeste (PESSOA et al., 2009).

A área é cortada por diversos rios e riachos, com maior concentração ao sul do Cabo de Santo Agostinho. Antes da implantação do porto, convergiam para a baía de Suape, no sentido norte-sul, os rios Massangana, Tatuoca, Ipojuca e Merepe (SOUZA; SAMPAIO, 2001), somente os rios Massangana e Tatuoca ainda drenam para a baía de Suape (SILVA et al., 2004).

O Complexo Portuário de Suape apresenta três zonas hidrobiológicas distintas: Zona 1, Baía de Suape, possuindo águas marinhas costeiras livres de poluição; Zona 2, rios Massangana e Tatuoca, estuários polialinos livres de poluição; e a Zona 3, rio Ipojuca, um estuário oligoalino-polialino que recebe poluição de resíduos decorrentes da fabricação de açúcar, álcool, e fábricas de levedura, curtumes, indústrias têxteis e esgotos domésticos (NEUMANN-LEITÃO; PARANAGUÁ; VALENTIN, 1992). Após a implantação do Porto de Suape, o estuário do rio Massangana passou a apresentar altas salinidades em suas áreas mais internas (SOUZA; SAMPAIO, 2001).

O rio Massangana serve de limite entre os municípios de Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, tendo como formadores os rios Tabatinga e Utinga de Baixo, ambos com nascente no município de Ipojuca. No primeiro situa-se a barragem do Bitá e, no segundo a barragem do Utinga, mananciais integrantes do sistema de abastecimento hídrico do complexo industrial portuário de Suape (CPRH, 2001).

Apresenta um percurso de 7,5 km, e deságua ao sul do promontório de Santo Agostinho onde encontra o Tatuoca, um rio que nasce a 6 km da foz, constituindo em quase toda a sua extensão parte de uma complexa rede de canais e estuários afogados. É considerado um rio litorâneo onde nasce e deságua na zona litorânea sendo em geral perenes juntamente com o Tatuoca e embora sejam de dimensões

reduzidas, desempenham importante papel na manutenção dos ecossistemas e das comunidades (CPRH, 2001) (Fig.1).

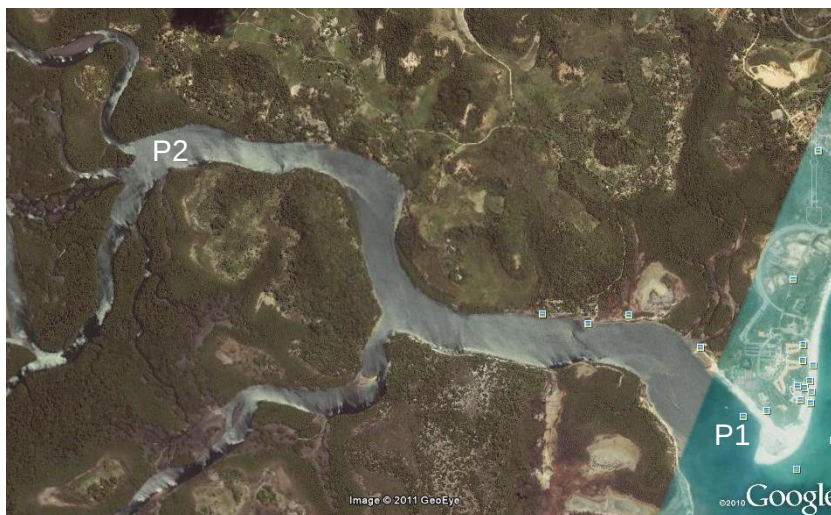


Figura 1: Localização do estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), identificando os pontos de coleta. (Fonte: Google Earth acessado em 10 de janeiro de 2010)

O estuário do rio Massangana é uma área regida por um regime eurialino de salinidade (sendo pouco influenciado pela drenagem terrestre) e baixa transparência da água, cuja turbidez dificulta a incidência de luz e a fotossíntese. A oxigenação é bem evidente tanto nos meses do período de estiagem como nos meses do período chuvoso (MACEDO et al., 2001).

O manguezal é composto pelas espécies *Rhizophora mangle* Linnaeus (predominante nas margens do estuário), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman e *Laguncularia racemosa* Linnaeus (nas regiões mais internas do manguezal) (FARRAPEIRA et al., 2009).

Em relação à fauna, o zooplâncton está representado pelos filos Protista, Cnidaria, Mollusca, Crustacea, Chaetognatha e Chordata (PESSOA et al., 2009); o zoobentos pelos grupos taxonômicos Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Nemertea, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Bryozoa, Echinodermata e Tunicata (FARRAPEIRA et al., 2009); e o nécton representado pelas espécies *Erotelis smaragdus*, *Bathygobius soporator*, *Gobionellus smaragdus* e *Sphoeroides testudineus* (VASCONCELOS FILHO; GUEDES; GUIMARÃES SOBRINHO, 1990).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização dos pontos de coleta

As coordenadas geográficas dos pontos de coleta foram medidas através de um GPS modelo GP22 da marca ICOM, onde foram determinados dois pontos de coleta fixos baseados nas características hidrográficas locais:

Ponto de coleta 1: situado a jusante do estuário do rio Massangana; em frente ao Resort Blue Tree Park; com maior influência marinha (latitude 08°21,918' S e longitude 34°57,713' W) (Fig 1).

Ponto de coleta 2: situado a montante do estuário do rio Massangana; com maior influência continental (latitude 08°20,408' S e longitude 34°59,812' W) (Fig 1).

4.2 Procedimento de campo

As coletas das amostras foram efetuadas em dois pontos fixos nos meses de setembro, novembro de 2008 e em janeiro de 2009 (período de estiagem) e março, maio e julho de 2009 (período chuvoso), durante a baixa-mar e preamar de um mesmo dia, de acordo com a Tábua de Maré publicada pela Diretoria de Hidrografia da Marinha do Brasil (BRASIL, 2008). As amostras para análises hidrológicas, assim como, para os parâmetros biológicos foram coletadas na superfície, simultaneamente.

4.2.1 Amostragem do fitoplâncton

4.2.1.1 Composição do fitoplâncton

Para a análise qualitativa e complementação do inventário florístico, as amostras foram coletadas através de arrasto horizontal com rede de plâncton com 20µm de abertura de malha, 1m de comprimento e 30cm de diâmetro de boca com embarcação motorizada, com velocidade de aproximadamente 1 nó, durante três minutos nos dois pontos de amostragem. Todas as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e fixadas com formol neutralizado com tetraborato de sódio a 4%, de acordo com as recomendações de Newell; Newell (1963).

Para o estudo da densidade total (cel.L⁻¹), as amostras foram coletadas na superfície da água, com o auxílio de uma garrafa oceanográfica de Niskin, para o estudo do fitoplâncton total (densidade celular) onde as amostras foram imediatamente preservadas com solução de lugol a 2%.

4.2.1.2 Biomassa fitoplanctônica (mg.m⁻³)

As amostras para análise da biomassa fitoplanctônica foram coletadas na superfície da água e em seguida transferidas para recipientes de plástico fosco com capacidade de 1L.

A filtração foi feita com o auxílio de uma bomba de vácuo, como recomenda a metodologia. Para tanto, foi utilizado um sistema de filtração da marca Sartorius. Foram utilizados, também, filtros membranosos de acetato de celulose de 47 mm de diâmetro e porosidade de 0,45 µm da Schleicher e Schüll; o volume da água filtrada dependeu da quantidade de material em suspensão na mesma. Após a secagem, os filtros foram envolvidos em papel alumínio, acondicionados em envelopes de papel devidamente identificados e mantidos em freezer a uma temperatura de -18°C até a sua análise. O método para determinação da clorofila *a* foi o da análise espectrofotométrica, descrita pela UNESCO (1966).

A determinação da biomassa fitoplanctônica foi realizada no Laboratório de Produtividade Primária do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco. Para extração dos pigmentos clorofilianos, foram utilizados tubos de ensaio de 10 mL, nos quais se colocar acetona a 90%, deixando-os em um freezer a uma temperatura de -18°C, por 24 horas, a fim de que fosse possível a extração dos referidos pigmentos. Após esse período, o material foi centrifugado durante dez (10) minutos, a 3000 rpm, e o sobrenadante, colocado em cubetas ópticas de 1 cm³, sendo feitas as respectivas leituras de absorbâncias em um espectrofotômetro da marca Gehaka, modelo G3410, nos comprimentos de ondas 630, 645, 665 e 750 nm.

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

$\text{mg.m}^{-3} = \frac{11,6 \cdot D_{665} - (1,31 \cdot D_{645} + 0,14 \cdot D_{630} + D_{750}) \cdot V_1}{V_2 \cdot L}$

Onde: D = leituras das absorbâncias nos respectivos comprimentos de ondas a que se referem seus índices;

V_1 = volume de acetona 90% (10 ml);

V_2 = volume da amostra filtrada em litro;

L = caminho óptico da cubeta em centímetro.

4.3 Análise qualitativa do fitoplâncton

Em laboratório, as amostras coletadas com rede foram homogeneizadas e retirada uma alíquota de 1,0 mL para contagem e identificação em microscópio óptico Motic, com aumento de 400x. A contagem foi realizada em lâmina semipermanente sendo o resultado expresso em percentual relativo.

A identificação taxonômica dos organismos em nível de gênero e espécie foi baseada nas bibliografias: Para as diatomáceas: Peragallo e Peragallo (1897-1908); Hustedt (1930); Cupp (1943); Cleve-Euler (1951, 1952, 1953a e b, 1955); Hustedt (1959, 1961-1966); Hendey (1964); Heurck (1986); Ricard (1987); Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990). Para os dinoflagelados: Sournia (1967); Wood (1968); Dodge (1982); Sournia (1986); Balech (1988); Steidinger e Tangen (1997). Para as cianobactérias: Desikachary (1959); Bourrelly (1972); Prescott (1975) e Parra *et al.* (1982). Para as euglenofíceas e clorofíceas: Sournia (1986); Chrétiennot-Dinet *et al.* (1990).

Para o enquadramento dos táxons foi utilizado Lee (2008). Foram consultadas as seguintes literaturas para a confirmação dos sinônimos das espécies: Hasle (1983), Round; Crawford; Mann (1992), Lange; Hasle; Syvertsen (1992), Moreira-Filho *et al.* (1994-1995), Hasle; Syvertsen (1997) para as diatomáceas; e Steidinger e Tangen (1997) e Gomez *et al.* (2009) para os dinoflagelados.

A classificação ecológica dos táxons infragenéricos de diatomáceas foi baseada em Torgan e Biancamano (1991), Moreira-Filho *et al.* (1990), Moreira-Filho *et al.* (1994-1995) e Moreira-Filho *et al.* (1999). Para os demais grupos utilizou-se a mesma bibliografia da identificação taxonômica.

4.4 Análise quantitativa do fitoplâncton (cel.L⁻¹)

Foi realizada através do método de Utermöl (HASLE, 1978; EDLER, 1979; FERRARIO; SARS; SALA, 1995), onde foram utilizadas cubetas de 10 ml, com 48 horas para sedimentação. Após esse tempo, a cubeta foi retirada e levada ao microscópio invertido marca Wild M-40, onde foram analisadas em dois transectos no aumento final de 400x e para uma melhor visualização das espécies foi utilizado o corante Rosa de Bengala. Os resultados apresentaram a densidade celular total expressa em cel.L⁻¹.

O material encontra-se depositado e pertence ao acervo do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco.

4.5 Tratamento numérico dos dados

4.5.1 Abundância relativa

A abundância relativa de cada táxon foi calculada a partir da contagem direta dos organismos, e os resultados transformados em porcentagens através da fórmula:

$$\text{Abundância relativa} = N.100/N_a$$

Sendo, N = numérico total de organismos de cada táxon na amostra;

N_a = numérico total de organismos na amostra.

Para sua interpretação foram utilizadas as categorias de acordo com Lobo e Leighton (1986):

Dominante: espécie cuja ocorrência numérica é maior que 50% do número total de indivíduos da amostra;

Abundante: espécie cuja ocorrência supera o valor médio de indivíduos da amostra;

Raro: espécies cuja ocorrência é inferior ao valor médio dos indivíduos.

4.5.2 Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência foi expressa em porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras, nas quais cada táxon ocorreu, e o número total de amostras analisadas, aplicando-se a fórmula:

$$\text{Frequência de ocorrência} = A . 100/a$$

Sendo, A = número de amostras em que o táxon ocorreu;

a = número total de amostras.

Em função do valor da frequência de ocorrência, os táxons foram classificados em: **Muito Frequente** (> 70%); **Frequente** ($\leq 70\% > 40\%$); **Pouco Frequente** ($\leq 40\% > 10\%$); e **Esporádico** ($\leq 10\%$).

4.6 Tratamento estatístico dos dados

4.6.1 Riqueza, índice de diversidade específica e equitabilidade

A riqueza específica corresponde ao número total de espécies, presente em cada amostra. Foram utilizados para o entendimento da estrutura da comunidade fitoplanctônica, métodos de ecologia numérica, como o índice de diversidade específica e a equitabilidade.

Com os dados obtidos na contagem direta dos organismos da comunidade fitoplanctônica, foi estimada a diversidade específica (H') baseada no índice de Shannon (1948), onde a seguinte fórmula foi utilizada:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i \therefore p_i = n_i/N$$

Sendo, H' = índice de Shannon;

p_i = probabilidade de coleta da espécie i na população;

n_i = número de células de cada espécie;

N = número total de células, sendo os resultados expressos em $\text{bits} \cdot \text{cel}^{-1}$.

Os resultados foram apresentados em $\text{bits} \cdot \text{cel}^{-1}$, sendo 1 bits equivalendo a uma unidade de informação (VALENTIN et al., 1991). Os resultados obtidos foram enquadrados na seguinte classificação:

Diversidade muito baixa: $\leq 1,0 \text{ bits} \cdot \text{cel}^{-1}$;

Diversidade baixa: $1,0 < 2,5 \text{ bits} \cdot \text{cel}^{-1}$;

Diversidade alta: $\geq 2,5 \text{ bits} \cdot \text{cel}^{-1}$.

A equitabilidade (J') foi calculada a partir de H' de Shannon de acordo com a fórmula de Pielou (1967):

$$J' = H' / \log_2 S$$

Onde, H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies de cada amostra.

Esses parâmetros foram calculados a partir do programa computacional Ecology (*Measures of Community and Measures of Community Similarity*).

4.7 Parâmetros Climatológicos

Os dados climatológicos referentes à precipitação pluviométrica (mm) foram adquiridos através do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP).

4.8 Parâmetros Hidrológicos

As amostras para a análise dos parâmetros hidrológicos foram coletadas com o auxílio de uma garrafa de Niskin e os seguintes parâmetros foram analisados:

4.8.1 Profundidade local

Foi medida através de uma ecossonda manual digital LCD Sounder Plastimo Echotest (714700).

4.8.2 Transparência da água

Foi determinada através da leitura de um disco de Secchi preso por um cabo graduado de 10 em 10 cm.

4.8.3 Turbidez

Foi determinada através de medições em laboratório com um turbidímetro Hanna Instruments, HI 93703.

4.8.4 Temperatura da água

Foi determinada com o uso de um termômetro de mercúrio com escala graduada.

4.8.5 Salinidade

Foi determinada através do método de Mohr-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1972).

4.8.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Foi determinado através de um pH-metro Hanna 8417.

4.8.7 Oxigênio dissolvido

Foi determinado pelo método de Winkler, descrito por Strickland e Parsons (1972).

4.8.8 Taxa de saturação de oxigênio

Foram determinadas correlacionando os dados de temperatura e salinidade, utilizando as tabelas da UNESCO (1973).

4.8.9 Material em suspensão

Foi determinada a concentração do material em suspensão total na água por intermédio do método descrito por Melo; Summerhayes; Torner (1975). Para a filtração, utilizaram-se filtros membranosos de acetato de celulose, fabricados por Schleicher & Schüll, com 0,45 μm de porosidade e 47 mm de diâmetro.

4.8.10 Sais nutrientes

As concentrações de nitrito, nitrato e fosfato foram medidas através do método de Strickland e Parsons (1972), e para análise da amônia e do silicato foi utilizado o método de Grasshoff; Enrhardt; Kremling (1983).

4.9 Análise Multivariada

4.9.1 Associação das amostras com relação aos parâmetros ambientais

Inicialmente, foi realizada uma associação qualitativa das espécies e amostras realizada com base em uma matriz de presença-ausência, sendo utilizado o índice de Sorensen (1948), para evidenciar os grupos utilizando toda comunidade fitoplanctônica.

Na análise quantitativa, para construção da matriz de dados brutos, foram utilizados os dados de densidade fitoplanctônica (cel.L^{-1}), considerados isoladamente.

A análise multivariada foi realizada através do método de agrupamento (*Cluster Analysis*), após a verificação da similaridade pelo coeficiente de correlação momento-produto de Pearson. A matriz foi submetida a uma padronização (standardization) por fileiras, visando reduzir os efeitos das diferentes escalas. Tanto para a associação qualitativa como quantitativa, a classificação utilizada foi a aglomeração hierárquica do “peso proporcional” (*Weighted Pair Group Method Average Arithmetics – WPGMA*).

Uma análise cofenética foi realizada, para medir a validade do agrupamento, cujo valor $>0,8$ é considerado significativo (ROHLF; FISHER, 1968). Todos esses cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) da Metagraphics Software

Corporation, Califórnia – USA. O método de visualização dos resultados foi expresso em dendrogramas, cujo método de análise se baseou na interpretação ecológica da classificação (LEPS et al., 1990).

4.9.2 Análise dos componentes principais (ACP)

A Análise dos Componentes Principais baseou-se nas espécies mais frequentes e nos parâmetros hidrológicos através da matriz de correlação momento-produto de Pearson, onde foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes.

Os cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

4.10 Análise estatística (Mann-Whitney)

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar dois grupos de amostras independentes em função dos fatores sazonalidade, espacialidade e maré, sendo considerados significativos os valores $\leq 0,05$.

4.11 Normalização do texto

As recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2001a; 2001b; 2002; 2003a; 2003b) foram utilizadas para a estruturação do texto. Para a apresentação das tabelas foram utilizadas as recomendações sugeridas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1993).

5 RESULTADOS

5.1 Precipitação pluviométrica (mm)

A precipitação pluviométrica variou de 10,8 mm em novembro/08 a 295,1 mm em maio/09. Apresentou nítida variação sazonal com os maiores valores de precipitação registrados nos meses do período chuvoso (março/09, maio/09 e julho/09) (Fig. 2).

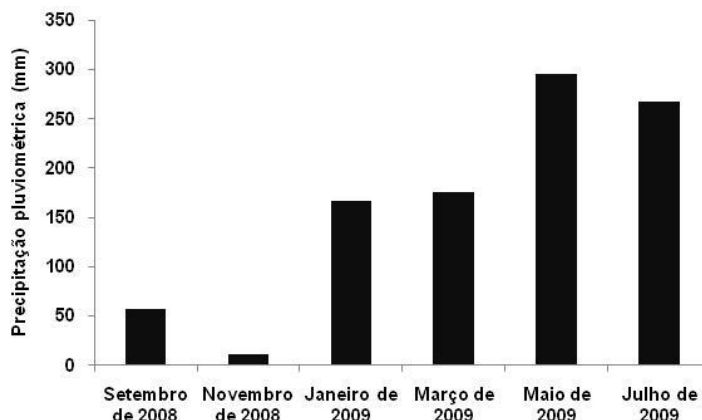


Figura 2: Precipitação pluviométrica (mm) nos meses de coleta no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

5.2 Parâmetros Hidrológicos

5.2.1 Altura das marés (m)

De acordo com as Tábuas de Marés, durante o período estudado registraram-se na baixa-mar, o valor mínimo de 0,1 m em julho/09, e o máximo de 0,7 m em janeiro/09. Enquanto na preamar, o valor mínimo foi 1,9 m em janeiro/09 e o máximo de 2,4 m em março/09 (Fig. 3).

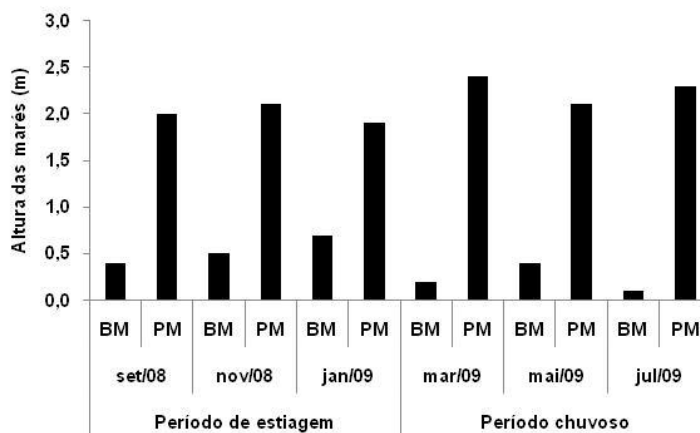


Figura 3: Variação sazonal da altura das marés (m) para o Porto de Suape nos dias de coleta.

5.2.2 Profundidade local (m)

A profundidade local no estuário do rio Massangana variou de 1,2 m na baixa-mar em julho/09 (ponto de coleta 2) a 5,3 m na preamar em março/09 (ponto de coleta 1), ambos durante o período chuvoso (Fig. 4).

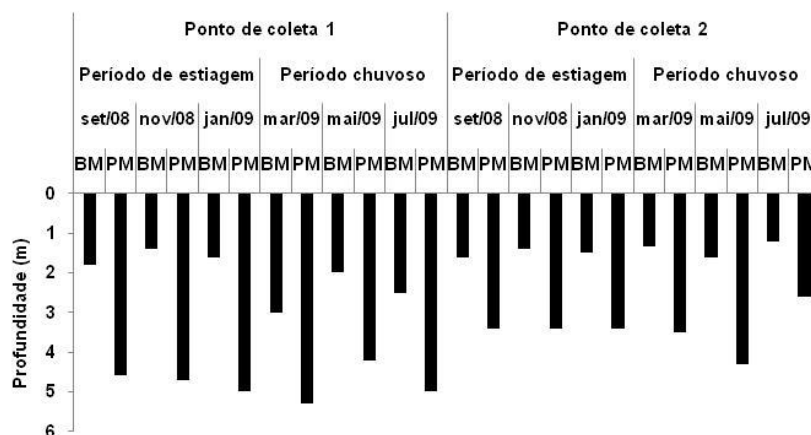


Figura 4: Variação da profundidade (m) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

No período chuvoso, foram registrados os maiores valores de profundidade, com valor médio de 3,1 m, enquanto no período de estiagem foi de 2,8 m. No ponto de coleta 1 foram registradas as maiores profundidades, apresentando valor médio de 3,4 m, enquanto no ponto de coleta 2 foi de 2,4 m. Os dados obtidos nas baixamares (valor médio de 1,8 m) foram bem menores quando comparados com as preamares (valor médio de 4,1 m).

5.2.3 Transparência da água (m)

Os valores de transparência da água variaram de 0,3 m na baixa-mar, no ponto de coleta 2 do período chuvoso (julho/09) a 2,5 m nas preamares no ponto de coleta 1 em novembro/08 e janeiro/09 (período de estiagem) e março/09 e maio/09 (período chuvoso) (Fig. 5).

No período de estiagem foram registrados os maiores valores de transparência da água, com valor médio de 1,29 m, enquanto no período de chuvoso foi de 1,22 m. No ponto de coleta 1 foram registrados os maiores valores de transparência, apresentando valor médio de 1,69 m, enquanto no ponto de coleta 2 foi de 0,82 m. Os dados obtidos nas preamares foram mais elevados (valor médio de 1,69 m) quando comparados com as baixamares (valor médio de 0,81 m).

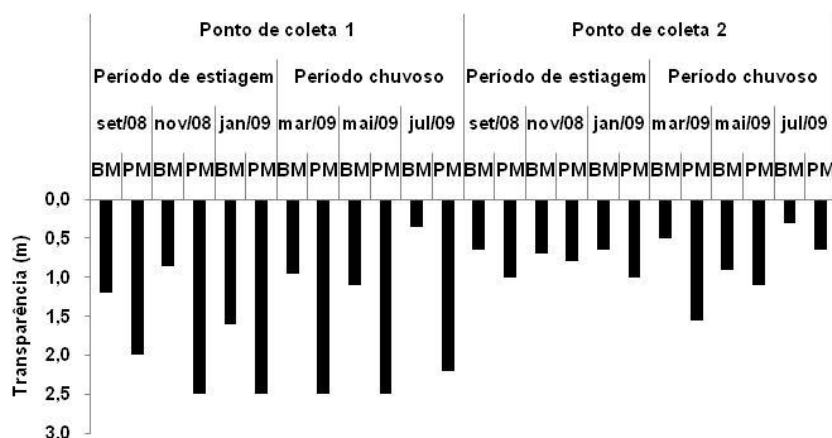


Figura 5: Variação da transparência da água no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Este parâmetro apresentou variação significativa espacial ($p=0,0043$) e entremarés ($p=0,0051$), não apresentando variação significativa sazonal ($p=0,6861$).

5.2.4 Turbidez (NTU)

Os valores de turbidez da água oscilaram entre 1,89 NTU na preamar de maio/09 e 64,54 NTU na baixa-mar de julho/09, ambos no período chuvoso. Neste período o valor médio foi 14,63 NTU, enquanto no período de estiagem a turbidez média foi 6,78 NTU (Fig. 6).

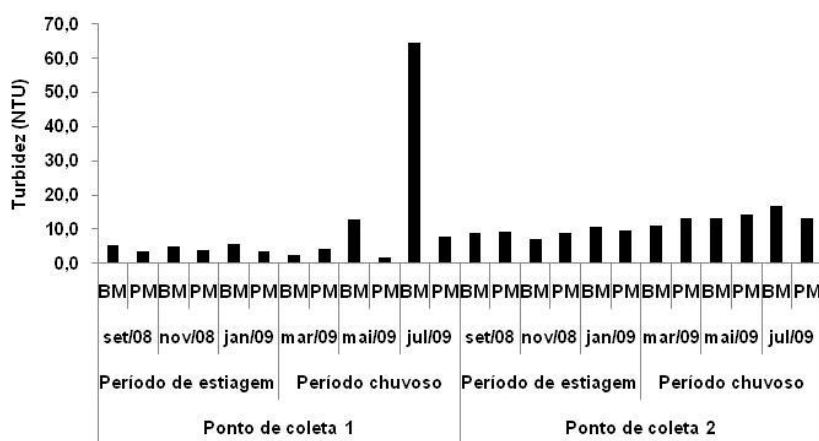


Figura 6: Variação da turbidez da água no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

No ponto de coleta 1 o valor médio da turbidez foi 10,02 NTU, enquanto no ponto de coleta 2 foi de 11,38 NTU. Foram verificados maiores valores de turbidez nas baixamares, com valor médio de 13,62 NTU, enquanto nas preamares o valor foi 7,79 NTU.

Este parâmetro apresentou variação significativa sazonal ($p=0,0067$), espacial ($p=0,0496$) não apresentando variação significativa entremarés ($p=0,4705$).

5.2.5 Temperatura da água (°C)

Os valores de temperatura da água oscilaram entre 27,2 e 31,7 °C, ambos na baixa-mar, no ponto de coleta 2 durante o período chuvoso. Neste período o valor médio foi 29,1 °C, enquanto no período de estiagem a temperatura média foi 29,0 °C (Fig.7).



Figura 7: Variação da temperatura da água (°C) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

No ponto de coleta 1 o valor médio da temperatura foi 28,8°C, enquanto no ponto de coleta 2 foi de 29,4°C. Foram verificados maiores valores de temperatura nas preamares, com valor médio de 29,4 °C, enquanto nas baixa-mares o valor foi 28,7 °C.

Este parâmetro apresentou variação significativa espacial ($p=0,0377$), não apresentando variação significativa sazonal ($p=0,2855$) e entremarés ($p=0,4884$).

5.2.6 Salinidade

Os teores de salinidade no estuário do rio Massangana variaram de 4,5 na baixa-mar, no ponto de coleta 2 em julho/09 (período chuvoso) a 37,7 na baixa-mar, no ponto de coleta 1 em janeiro/09 (período de estiagem) (Fig.8).

Este parâmetro apresentou teores mais elevados durante o período de estiagem, com valor médio de 32,48, enquanto no período chuvoso o valor foi 22,90. O ponto de coleta 1 apresentou teores de salinidade elevados, com valor médio de 32,44, enquanto no ponto de coleta 2 o valor foi 22,45. Em relação às marés, as

preamares apresentaram os maiores teores de salinidade, com valor médio de 30,19 enquanto nas baixa-mares o valor médio foi 25,20.

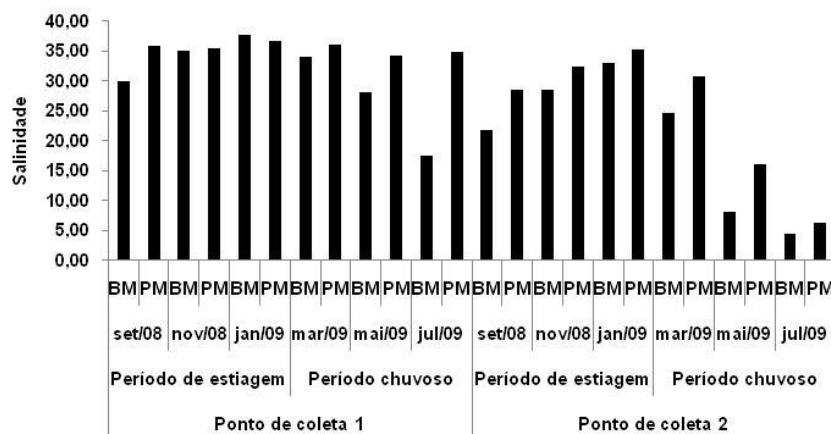


Figura 8: Variação da salinidade no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Os teores de salinidade apresentaram variação significativa sazonal ($p=0,0282$) e espacial ($p=0,0039$), não apresentando variação significativa entremarés ($p=0,0941$).

5.2.7 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH apresentaram uma distribuição regular durante os períodos estudados, variando de 7,40 na baixa-mar no ponto de coleta 2 em maio/09 (período chuvoso) a 8,56 na preamar no ponto de coleta 1 em janeiro/09 (período de estiagem) (Fig.9).

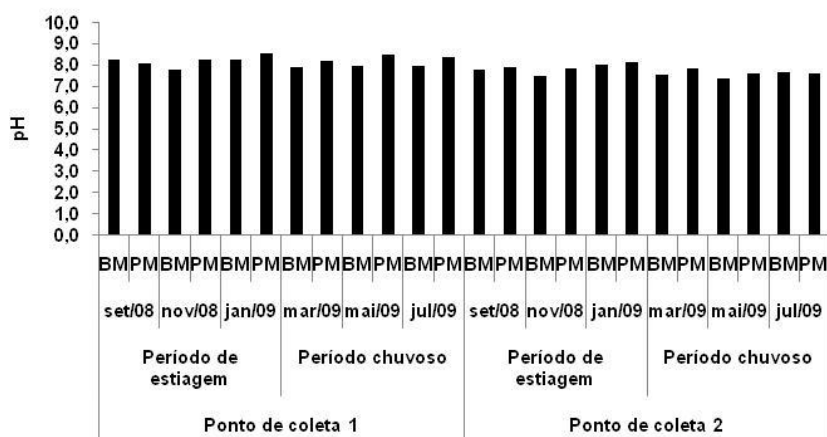


Figura 9: Variação do potencial hidrogeniônico (pH) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Durante o período de estiagem, os valores de pH apresentaram valor médio de 8,04 enquanto no período chuvoso, o valor médio foi 7,87. O ponto de coleta 1 apresentou os maiores valores em relação ao pH, com valor médio de 8,17. No ponto de coleta 2, o valor médio foi 7,73. As preamares registraram os maiores valores de pH, apresentando valor médio de 8,07 enquanto as baixa-mares o valor foi 7,84.

Este parâmetro apresentou diferença significativa espacial ($p=0,0007$), não apresentando diferença significativa entremarés ($p=0,0735$) e sazonal ($p=0,2253$).

5.2.8 Oxigênio dissolvido (ml.L^{-1})

Durante o período de estudo as concentrações de oxigênio dissolvido oscilaram entre $1,41 \text{ ml.L}^{-1}$ na baixa-mar no ponto de coleta 2 em maio/09 (período de estiagem) e $5,75 \text{ ml.L}^{-1}$ na preamar no ponto de coleta 1 em março/09 (período chuvoso) (Fig.10).

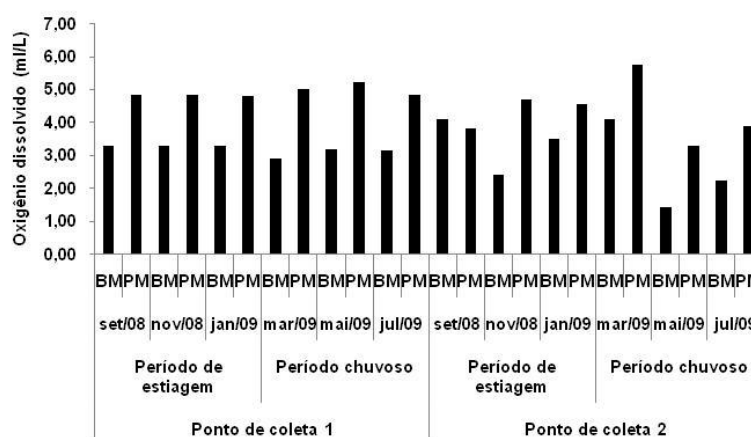


Figura 10: Variação do oxigênio dissolvido (ml.L^{-1}) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

No período de estiagem as concentrações foram elevadas, com valor médio de $3,95 \text{ ml.L}^{-1}$, enquanto no período chuvoso o valor médio foi $3,75 \text{ ml.L}^{-1}$. O ponto de coleta 1 registrou valor médio de $3,89 \text{ ml.L}^{-1}$, enquanto no ponto de coleta 2 foi $3,64 \text{ ml.L}^{-1}$. As preamares apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, com valor médio de $4,63 \text{ ml.L}^{-1}$, enquanto nas baixa-mares o valor foi $3,07 \text{ ml.L}^{-1}$.

Este parâmetro apresentou diferença significativa entremarés ($p=0,0002$), não apresentando diferença significativa sazonal ($p=0,729$) e espacial ($p=0,4529$).

5.2.9 Taxa de saturação de oxigênio (%)

Os valores da taxa de saturação de oxigênio variaram de 27,20% na baixa-mar em maio/09 a 131,89% em março/09, no ponto de coleta 2 durante o período chuvoso (Fig. 11).

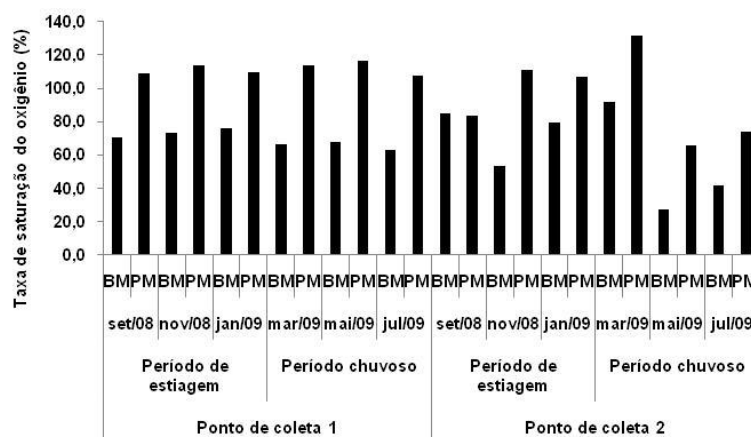


Figura 11: Variação da taxa de saturação do oxigênio (%) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

No período de estiagem foram observados maiores valores na taxa de saturação de oxigênio, com concentração média de 89,29%, enquanto no período chuvoso, o valor médio foi de 80,74%. O ponto de coleta 1 apresentou valor médio de 90,7%, enquanto no ponto de coleta 2 o valor médio foi 79,32%. Nas preamares o valor médio foi 103,72%, enquanto nas baixas-mares foi 66,32%.

Este parâmetro apresentou diferença significativa entre marés ($p=0,0008$), não apresentando diferença significativa sazonal ($p=0,3865$) e espacial ($p=0,3865$).

5.2.10 Material em suspensão (mg.L^{-1})

As concentrações de material em suspensão variaram de $2,8 \text{ mg.L}^{-1}$ em março/09 durante a preamar a $79,40 \text{ mg.L}^{-1}$ em julho/09 durante a baixa-mar, ambos no ponto de coleta 1 e no período chuvoso (Fig.12).

No período de estiagem foram observados maiores concentrações de material em suspensão, com concentração média de $40,73 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto no período chuvoso, o valor médio foi de $22,66 \text{ mg.L}^{-1}$. O ponto de coleta 1 apresentou valor médio de $32,27 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto no ponto de coleta 2 foi $31,13 \text{ mg.L}^{-1}$. As baixas-mares apresentaram o valor médio de $35,12 \text{ mg.L}^{-1}$ e nas preamares $28,28 \text{ mg.L}^{-1}$.

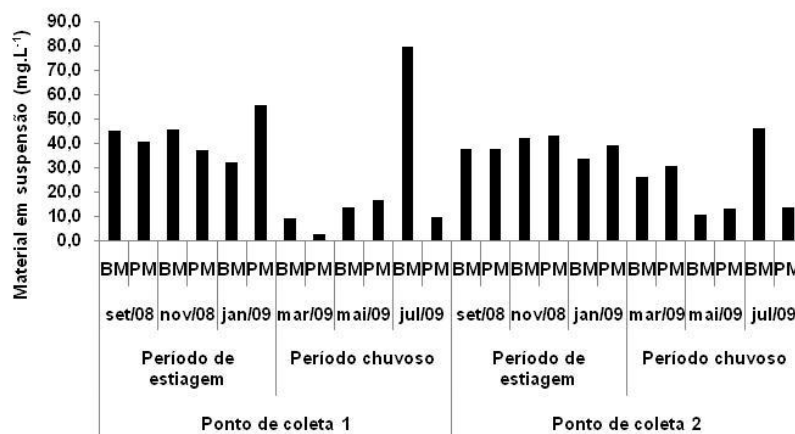


Figura 12: Variação do material em suspensão (mg.L^{-1}) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Este parâmetro apresentou diferença significativa sazonal ($p=0,0047$), não apresentando diferença significativa espacial ($p=1$) e entremarés ($p=0,3865$).

5.2.11 Sais nutrientes dissolvidos

No estuário do rio Massangana os sais nutrientes dissolvidos apresentaram maiores concentrações no período chuvoso, no ponto de coleta 2 e nas baixas-mares.

5.2.11.1 Amônia ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)

Os valores variaram de não detectáveis ($<0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$) no ponto de coleta 1, na baixa-mar em janeiro/09 (período de estiagem) a $2,98 \mu\text{mol.L}^{-1}$ no ponto de coleta 2, na baixa-mar em julho/09 (período chuvoso). As concentrações de amônia apresentaram picos na baixa-mar ($2,98 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e preamar ($2,29 \mu\text{mol.L}^{-1}$) no ponto de coleta 2, em julho/09 (período chuvoso) (Fig.13).

Durante o período chuvoso foram registradas as maiores concentrações de amônia, com valor médio de $0,81 \mu\text{mol.L}^{-1}$ enquanto no período de estiagem foi $0,20 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Em relação à variação espacial o ponto de coleta 2 apresentou as maiores concentrações de amônia, com valor médio de $0,72 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto no ponto de coleta 1 o valor médio foi $0,29 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Nas baixas-mares o valor médio da concentração de amônia foi $0,54 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto nas preamares o valor foi $0,47 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

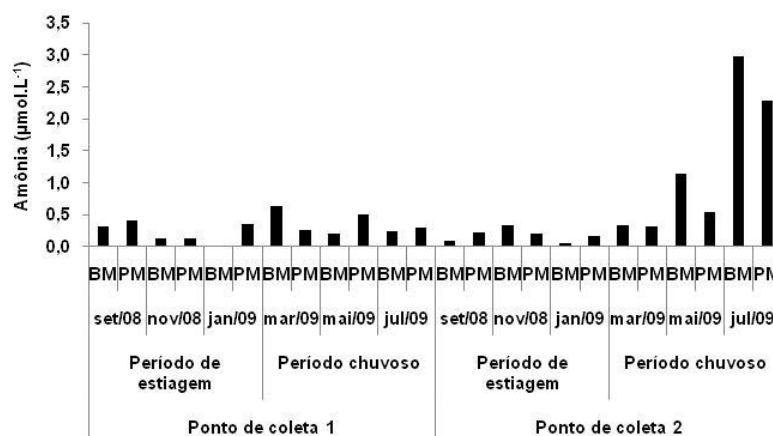


Figura 13: Variação da amônia ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

As concentrações de amônia no estuário do rio Massangana apresentaram variação significativa sazonal ($p=0,0056$), não apresentando variação significativa espacial ($p=0,5254$) e entremarés ($p=0,5254$).

5.2.11.2 Nitrito ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)

Durante o período de estudo as concentrações de nitrito variaram de não detectáveis ($<0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$) no período de estiagem a $0,52 \mu\text{mol.L}^{-1}$ no período chuvoso. Os valores foram não detectáveis ($<0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$) no ponto de coleta 1 nos meses do período de estiagem (setembro/08, novembro/8 e janeiro/09) durante os dois regimes de maré (baixa-mar e preamar); e também no ponto de coleta 2 durante o período de estiagem (setembro/08 e janeiro/09), nas preamares (Fig.14).

Foram registrados picos nas concentrações de nitrito no ponto de coleta 2 nos meses de maio/09 e julho/09, em ambos regimes de marés.

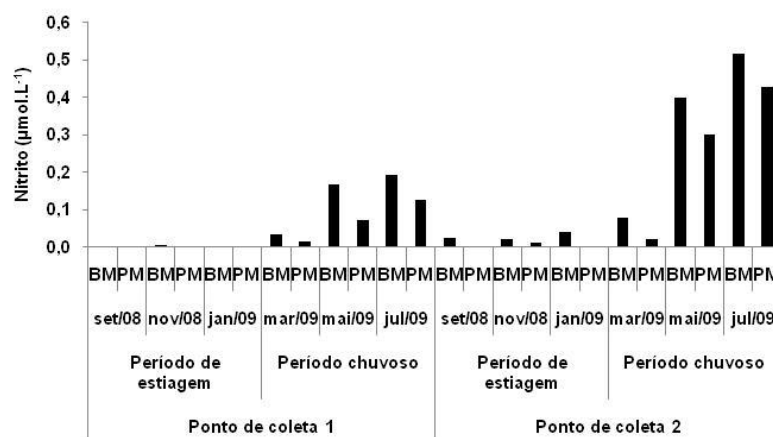


Figura 14: Variação do nitrito ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

No período chuvoso as concentrações apresentaram valor médio de $0,20 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto no período de estiagem o valor médio foi $0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$. As maiores concentrações de nitrito foram observadas no ponto de coleta 2, com valor médio de $0,15 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto no ponto de coleta 1, o valor médio das concentrações foi $0,05 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Foram constatados maiores concentrações durante as baixa-mares, com valor médio de $0,12 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto nas preamares o valor médio registrado foi $0,08 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

As concentrações de nitrito apresentaram variação significativa sazonal ($p=0,0001$), não apresentando variação significativa espacial ($p=0,1489$) e entremarés ($p=0,2253$).

5.2.11.3 Nitrato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)

Os valores nas concentrações de nitrato variaram de $0,12 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na baixa-mar em setembro/08 a $5,42 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na preamar em julho/09, ambos no ponto de coleta 2 (Fig.15).

Este nutriente apresentou concentrações mais elevadas durante o período chuvoso apresentando valor médio de $2,04 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto no período de estiagem o valor médio foi $0,60 \mu\text{mol.L}^{-1}$. O ponto de coleta 2 apresentou maior oscilação das concentrações de nitrato, com picos na baixa-mar ($4,61 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e preamar ($5,42 \mu\text{mol.L}^{-1}$) do mês de julho/09. Neste ponto as concentrações de nitrato apresentaram valor médio de $1,51 \mu\text{mol.L}^{-1}$. No ponto de coleta 1 o valor médio das concentrações de nitrato registrado foi de $1,12 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Nas baixa-mares, o valor médio foi $1,45 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto nas preamares foi $1,19 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

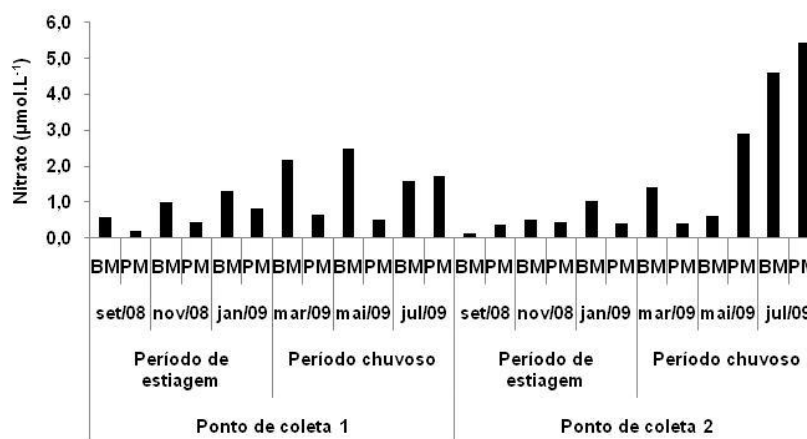


Figura 15: Variação do nitrato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

As concentrações de nitrato apresentaram diferença significativa sazonal ($p=0,0039$), não apresentando diferença significativa espacial ($p=0,5637$) e entremarés ($p=0,1489$).

5.2.11.4 Fosfato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)

As concentrações de fosfato variaram de não detectáveis ($<0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$) no ponto de coleta 1 (novembro/08) e no ponto de coleta 2 (setembro/08, novembro/08 e janeiro/09), todos nas preamares a $1,09 \mu\text{mol.L}^{-1}$ no ponto de coleta 2 (janeiro/08) na baixa-mar (Fig.16).

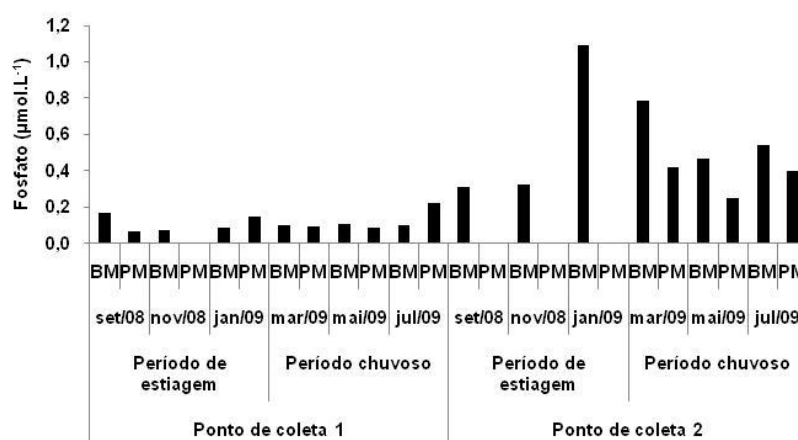


Figura 16: Variação do fosfato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

O período chuvoso apresentou maiores concentrações, com valor médio de $0,29 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto no período de estiagem, a concentração média de fosfato foi $0,18 \mu\text{mol.L}^{-1}$. No ponto de coleta 2 foram registradas as maiores concentrações de fosfato apresentando valor médio de $0,38 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto no ponto de coleta 1 o valor médio da concentração de fosfato foi $0,10 \mu\text{mol.L}^{-1}$. As concentrações de fosfato foram mais elevadas nas baixa-mares, apresentando valor médio de $0,34 \mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto nas preamares o valor foi de $0,14 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

Esse nutriente dissolvido apresentou diferença significativa sazonal ($p=0,0377$), espacial ($p=0,0304$) e entremarés ($p=0,0433$).

5.2.11.5 Silicato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)

As concentrações de silicato apresentaram uma distribuição irregular durante o período de estudo com valores oscilando entre $2,19 \mu\text{mol.L}^{-1}$ em novembro/08 na

As espécies identificadas foram distribuídas em 61 gêneros, enquadradas em seis classes taxonômicas sequenciadas em ordem de riqueza taxonômica: Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Dictyochophyceae e Chlorophyceae (Tab.1).

Tabela 1: Distribuição percentual do número de espécies identificadas do fitoplâncton no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil). Continua.

Divisão	%	Classe	Gênero	Espécie
Cyanobacteria	7,55	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> , <i>Chroococcus</i> Lyngbya, <i>Merismopedia</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Spirulina</i>	<i>Anabaena spiroides</i> , <i>Anabaena</i> sp., <i>Chroococcus</i> sp., <i>Lyngbya</i> sp., <i>Merismopedia punctata</i> , <i>Oscillatoria princeps</i> , <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Spirulina major</i>
Euglenophyta	3,77	Euglenophyceae	<i>Eutreptiella</i> , <i>Lepocinclis</i> , <i>Phacus</i>	<i>Eutreptiella</i> sp., <i>Lepocinclis ovum</i> , <i>Phacus acuminatus</i> , <i>Phacus curvicauda</i>
Dinophyta	13,21	Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i> , <i>Neoceratium</i> , <i>Prorocentrum</i> , <i>Protoperidinium</i> , <i>Pyrophacus</i>	<i>Gymnodinium</i> sp., <i>Neoceratium extensum</i> , <i>Neoceratium furca</i> , <i>Neoceratium teres</i> , <i>Neoceratium trichoceros</i> , <i>Neoceratium tripos</i> , <i>Neoceratium</i> sp., <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium granii</i> , <i>Protoperidinium steinii</i> , <i>Protoperidinium oblongum</i> , <i>Protoperidinium</i> sp., <i>Pyrophacus hologium</i> , <i>Pyrophacus steinii</i>

Tabela 1: Distribuição percentual do número de espécies identificadas do fitoplâncton no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil). Continuação.

Divisão	%	Classe	Gênero	Espécie
Heterokontophyta	73,58	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i> , <i>Amphiprora</i> , <i>Amphora</i> , <i>Asterionellopsis</i> , <i>Bacillaria</i> , <i>Bellerochea</i> , <i>Biddulphia</i> , <i>Campylodiscus</i> , <i>Cerataulus</i> , <i>Chaetoceros</i> , <i>Cylindrotheca</i> , <i>Climacosphenia</i> , <i>Corethron</i> , <i>Coscinodiscus</i> , <i>Dimerogramma</i> , <i>Diploneis</i> , <i>Entomoneis</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Gyrosigma</i> , <i>Grammatophora</i> , <i>Guinardia</i> , <i>Helicotheca</i> , <i>Hemiaulus</i> , <i>Isthmia</i> , <i>Leptocylindrus</i> , <i>Licmophora</i> , <i>Lyrella</i> , <i>Mastogloia</i> , <i>Melosira</i> , <i>Navicula</i> , <i>Nitzschia</i> , <i>Odontella</i> , <i>Paralia</i> , <i>Petroneis</i> , <i>Pleurosigma</i> , <i>Podocystis</i> , <i>Pseudonitzschia</i> , <i>Pseudosolenia</i> , <i>Rhizosolenia</i> , <i>Surirella</i> , <i>Terpsinoe</i> , <i>Thalassionema</i> , <i>Thalassiosira</i> , <i>Triceratium</i> , <i>Tropidoneis</i>	<i>Achnanthes longipes</i> , <i>Amphiprora pulchra</i> , <i>Amphora marina</i> , <i>Amphora</i> sp., <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bacillaria paxilifera</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Campylodiscus clypeus</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Campylodiscus</i> sp., <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros mitra</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Chaetoceros</i> sp., <i>Climacosphenia moniligera</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Corethron hystrix</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Coscinodiscus</i> sp., <i>Dimerogramma marinum</i> , <i>Diploneis bombus</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Entomoneis alata</i> var <i>pulchra</i> , <i>Entomoneis paludosa</i> , <i>Fragilaria capuccina</i> , <i>Fragilaria</i> sp., <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Gyrosigma</i> sp., <i>Grammatophora marina</i> , <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Helicotheca thamesis</i> , <i>Hemiaulus membranaceus</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Licmophora</i> sp., <i>Lyrella lyra</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Melosira</i> sp., <i>Navicula fortis</i> , <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Nitzschia tryblionella</i> , <i>Nitzschia</i> sp., <i>Odontella aurita</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Petroneis humerosa</i> , <i>Pleurosigma angulatum</i> , <i>Pleurosigma</i> sp., <i>Pseudonitzschia seriata</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Pseudonitzschia</i> sp., <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Pseudosolenia calcaravis</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Rhizosolenia</i> sp., <i>Surirella elongata</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Surirella</i> sp., <i>Terpsinoe musica</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Tropidoneis lepidoptera</i>
Heterokontophyta	0,94	Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i>	<i>Dictyocha fibula</i>
Chlorophyta	0,94	Chlorophyceae	<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>

Dentre os táxons identificados oito estiveram presentes em todas as amostras coletadas com garrafa, enquanto 25 foram comuns nas amostras coletadas com rede (20 μ m) e garrafa e 73 táxons foram identificados somente na rede de plâncton de 20 μ m (Tab.2).

Tabela 2: Espécies fitoplanctônicas identificadas na rede de plâncton (20 μ m) e garrafa, durante o período chuvoso e de estiagem, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Táxons comuns (rede e garrafa)	Cyanobacteria	<i>Oscillatoria princeps</i>
	Euglenophyta	<i>Eutreptiella</i> sp.
	Dinophyta	<i>Neoceratium furca</i> , <i>Gymnodinium</i> sp., <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperdinium steinii</i> , <i>Protoperdinium</i> sp.
	Heterokontophyta (Bacillariophyceae)	<i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Chaetoceros</i> sp., <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i> , <i>Coscinodiscus</i> sp., <i>Diploneis bombus</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Gyrosigma</i> sp., <i>Lyrella Lyra</i> , <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Nitzschia</i> sp., <i>Odontella aurita</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Surirella</i> sp.
Táxons comuns (garrafa)	Cyanobacteria	<i>Anabaena spiroides</i> , <i>Chroococcus</i> sp.
	Dinophyta	<i>Neoceratium</i> sp.
	Heterokontophyta (Bacillariophyceae)	<i>Campylodiscus clypeus</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Pseudonitzschia</i> sp., <i>Rhizosolenia</i> sp., <i>Terpsinoe musica</i>
Táxons comuns (rede)	Cyanobacteria	<i>Merismopedia punctata</i> , <i>Spirulina major</i> , <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Lyngbya</i> sp., <i>Anabaena</i> sp.
	Euglenophyta	<i>Lepocinclis ovum</i> , <i>Phacus acuminatus</i> , <i>Phacus curvicauda</i>
	Dinophyta	<i>Pyrophacus holrogium</i> , <i>Pyrophacus steinii</i> , <i>Neoceratium extensum</i> , <i>Neoceratium teres</i> , <i>Neoceratium trichoceros</i> , <i>Neoceratium tripos</i> , <i>Protoperdinium granii</i> , <i>Protoperdinium oblongum</i>
	Heterokontophyta (Bacillariophyceae)	<i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Melosira</i> sp., <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Hemiaulus membranaceus</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Helicotheca thamesis</i> , <i>Corethron hystris</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Pseudosolenia calcaravis</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros mitra</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Dimerogramma marinum</i> , <i>Fragilaria capuccina</i> , <i>Fragilaria</i> sp., <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Licmophora</i> sp., <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Climacosphenia moniliger</i> , <i>Petroneis humerosa</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Achnanthes longipes</i> , <i>Navicula fortis</i> , <i>Pleurosigma angulatum</i> , <i>Pleurosigma</i> sp., <i>Tropidoneis lepidoptera</i> , <i>Amphora marina</i> , <i>Amphora</i> sp., <i>Pseudonitzschia seriata</i> , <i>Nitzschia tryblionella</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Entomoneis paludosa</i> , <i>Amphiprora pulchra</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Entomoneis alata var pulchra</i> , <i>Surirella elongata</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Campylodiscus</i> sp.
	Heterokontophyta (Dictyochophyceae)	<i>Dictyocha fibula</i>
	Chlorophyta	<i>Scenedesmus quadricauda</i>

5.3.2 Riqueza e distribuição taxonômica

A riqueza taxonômica do fitoplâncton na área estudada apresentou valores oscilantes durante o período estudado, nos dois ciclos de maré e nos dois pontos de coleta. Os valores variaram de cinco a 37 espécies em setembro/08 no ponto de coleta 1 nos regimes de preamar e baixa-mar, respectivamente.

Analisando qualitativamente a flora fitoplanctônica, constatou-se que a classe Bacillariophyceae (diatomáceas), foi considerada a mais representativa, contribuindo

com 74,49% de todas as espécies identificadas, sendo representada por 44 gêneros e 70 espécies.

A classe Dinophyceae (dinoflagelados) foi o segundo grupo que contribuiu para o aumento da riqueza taxonômica com cinco gêneros e 13 espécies.

A classe Cyanophyceae (cianobactérias) apresentou-se com cinco gêneros e seis espécies, e juntamente com a classe Euglenophyceae (euglenofíceas) com três gêneros e quatro espécies. As classes Dictyochophyceae (crisofíceas) e Chlorophyceae (clorofíceas) foram qualitativamente menos representativas contribuindo com um gênero e uma espécie cada.

5.3.2.1 Caracterização sazonal

Os dois períodos sazonais não apresentaram variação quanto à riqueza de espécies, sendo quase equivalentes. Apesar disto, verificou-se que o período de estiagem apresentou uma maior diversidade de grupos fitoplanctônicos em comparação com o período chuvoso.

No período de estiagem, a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 74 espécies distribuídas em 57 diatomáceas, nove dinoflagelados, quatro cianobactérias, duas euglenofíceas, uma crisofíceas e uma clorofíceas (Fig.18).

No período chuvoso, a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 73 espécies distribuídas entre 58 diatomáceas, nove dinoflagelados, quatro cianobactérias e duas euglenofíceas (Fig.18). Foi constatada a ausência de crisofíceas e clorofíceas nas subamostras analisadas.

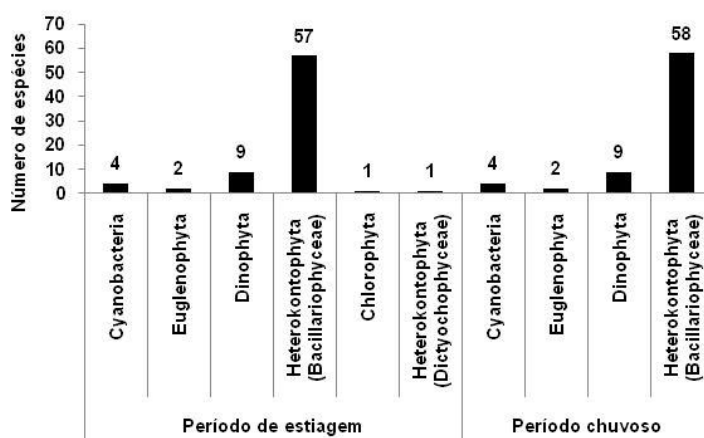


Figura 18: Caracterização sazonal da riqueza de espécies do fitoplâncton nas divisões taxonômicas, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Algumas espécies identificadas no estuário do rio Massangana foram consideradas exclusivas para cada período estudado (período de estiagem e período chuvoso) e encontram-se descritas na tabela 3:

Tabela 3: Espécies exclusivas encontradas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil) nos dois períodos estudados.

Divisões	Período de Estiagem	Período Chuvoso
Cyanobacteria	<i>Merismopedia punctata</i> , <i>Spirulina major</i>	<i>Anabaena</i> sp., <i>Lyngbya</i> sp.
Euglenophyta	<i>Eutreptiella</i> sp., <i>Phacus curvicauda</i>	<i>Lepocinclis ovum</i> , <i>Phacus acuminatus</i>
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> sp., <i>Neoceratium tripos</i> , <i>Protoperidinium granii</i> , <i>Protoperidinium oblongum</i>	<i>Neoceratium extensum</i> , <i>Neoceratium teres</i> , <i>Neoceratium trichoceros</i> , <i>Pyrophacus steinii</i>
Heterokontophyta (Bacillariophyceae)	<i>Amphora marina</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Dimerogramma marinum</i> , <i>Entomoneis alata</i> var. <i>pulchra</i> , <i>Gyrosigma</i> sp., <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Melosira</i> sp., <i>Nitzschia tryblionella</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Surirella elongata</i>	<i>Achnanthes longipes</i> , <i>Amphiprora paludosa</i> , <i>Amphiprora pulchra</i> , <i>Campylodiscus</i> sp., <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Corethron hystris</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Licmophora</i> sp., <i>Navicula fortis</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Surirella</i> sp., <i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Tropidoneis lepdoptera</i>
Chlorophyta	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-
Heterokontophyta (Dictyochophyceae)	<i>Dictyocha fibula</i>	-

5.3.2.2 Caracterização espacial

Analisando a distribuição das espécies entre os pontos de coleta (Tab.4 e Fig.19) observou-se um maior número de espécies no ponto de coleta 1 e um decréscimo no ponto de coleta 2, exceto em setembro/08.

O menor valor de riqueza foi de cinco espécies na preamar e o maior valor de 37 espécies na baixa-mar ambos em setembro/08.

Tabela 4: Variação da riqueza taxonômica da comunidade fitoplanctônica nos pontos de coleta e nos períodos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Ponto de coleta	Maré	Período de estiagem			Período chuvoso		
		Setembro/08	Novembro/08	Janeiro/09	Março/09	Maio/09	Julho/09
1	BM	37	24	26	19	29	17
	PM	5	21	23	27	32	20
2	BM	33	23	18	11	17	15
	PM	12	13	13	10	13	11

BM = Baixa-mar; PM = Preamar

No ponto de coleta 1 foram registradas 79 espécies distribuídas entre 62 diatomáceas, 12 dinoflagelados, quatro cianobactérias e uma crisofícea (Fig.19). Foi observada a ausência de euglenofíceas e clorofíceas nas subamostras analisadas.

No ponto de coleta 2 foram registradas 66 espécies distribuídas entre 50 diatomáceas, seis dinoflagelados, quatro euglenofíceas, quatro cianobactérias, uma clorofícea e uma crisofícea (Fig.19). O menor valor de riqueza foi 10 espécies na preamar de março/09 e o maior valor 33 espécies na baixa-mar de setembro/08.

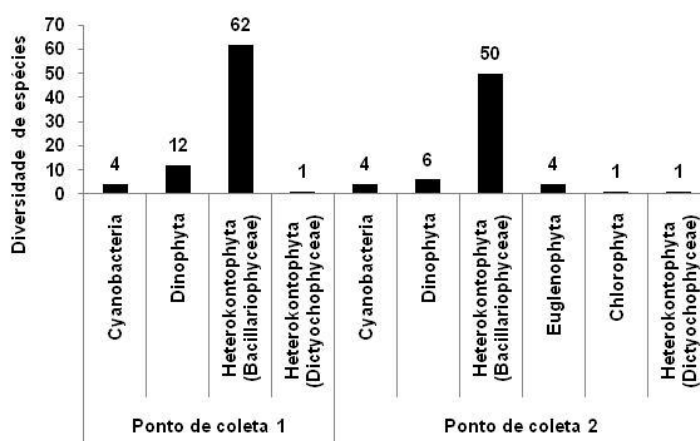


Figura 19: Variação espacial da riqueza taxonômica, por divisão nos pontos de coleta (1 e 2), no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

5.3.2.3 Caracterização entremarés

Observaram-se maiores valores de riqueza nas preamares com 62 espécies distribuídas em 50 diatomáceas, 11 dinoflagelados e uma cianobactéria, com ausência constatada de crisofíceas, euglenofíceas e clorofíceas nas subamostras analisadas desta maré, no ponto de coleta 1. Nas baixa-mares o número de espécies foi 53, com 46 diatomáceas, quatro cianobactérias, três dinoflagelados e uma crisofícea, com ausência constatada de clorofíceas e euglenofíceas nas subamostras desta maré, no ponto de coleta 1 (Fig. 20).

Os maiores valores de riqueza ocorreu nas baixa-mares com 56 espécies distribuídas em 41 diatomáceas, seis dinoflagelados, quatro euglenofíceas, três cianobactérias, uma clorofícea e uma crisofícea, no ponto de coleta 2. Enquanto nas preamares o número de espécies foi 38, com 33 diatomáceas, quatro dinoflagelados e uma cianobactéria, com a ausência de crisofíceas, clorofíceas e euglenofíceas nas subamostras analisadas do ponto de coleta 2 (Fig. 20).

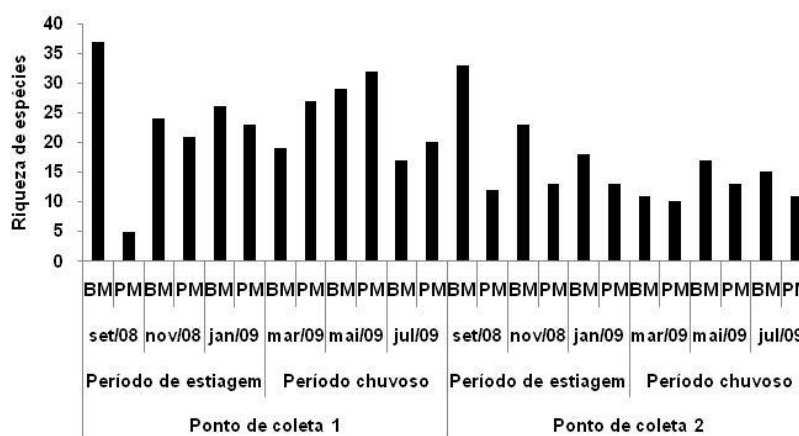


Figura 20: Variação sazonal e entremarés da riqueza taxonômica do fitoplâncton nos pontos de coleta no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

A riqueza no estuário do rio Massangana apresentou diferença significativa espacial ($p=0,0111$), não apresentando diferença significativa sazonal ($p=0,4189$) e entremarés ($p=0,0833$).

5.4 Característica ecológica do fitoplâncton

As espécies identificadas foram enquadradas nas seguintes categorias: marinha nerítica ticoplanctônica (MNT) representada por 33,73%; marinha oceânica planctônica (MOP) representada por 27,71%; marinha nerítica planctônica (MNP) representada por 19,28%; dulciaquícola planctônica (DP) representada por 9,64%; estuarina ticoplanctônica (ET) representada por 8,43%; e dulciaquícola ticoplanctônica (DT) representando 1,20% (Tab.5).

No estuário do rio Massangana as espécies marinhas (MOP, MNP e MNT), de maneira geral, constituíram a maior parcela dos organismos identificados correspondendo a 80,72% do total de espécies, seguidas dos organismos dulcícolas (DP e DT) correspondendo a 10,84% e estuarinos (ET) com 8,43%.

Tabela 5: Ecologia das espécies identificadas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Categoria			Número de táxons	%	Táxons
Marinha	Oceânica	Planctônica	23	27,71	<i>Neoceratium extensum</i> , <i>Neoceratium teres</i> , <i>Neoceratium trichoceros</i> , <i>Neoceratium tripos</i> , <i>Pyrophacus hologium</i> , <i>Pyrophacus steinii</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperdinium granii</i> , <i>Protoperdinium oblongum</i> , <i>Protoperdinium steinii</i> , <i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Corethron hystrix</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Hemiaulus membranaceus</i> , <i>Pseudosolenia calcaravis</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i> , <i>Dictyocha fibula</i>
	Nerítica	Planctônica	16	19,28	<i>Neoceratium furca</i> , <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros mitra</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Helicotheca tamesis</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Petronis humerosa</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Pseudonitzschia seriata</i> , <i>Thalassiosira eccentrica</i>
		Ticoplanctônica	28	33,73	<i>Achnanthes longipes</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Climacospheia moniliger</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Dimerogramma marinum</i> , <i>Diploneis bombus</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Lyrella lyra</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Navicula fortis</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Nitzschia tryblionella</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Pleurosigma angulatum</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Surirella elongata</i> , <i>Surirella fastuosa</i> , <i>Surirella febrigerii</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Tropidoneis lepdoptera</i>
Estuarina	Ticoplanctônica		7	8,43	<i>Amphiprora pulchra</i> , <i>Amphora marina</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Entomoneis alata</i> var. <i>pulchra</i> , <i>Entomoneis paludosa</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Terpsinoe musica</i>
Dulciaquícola	Planctônica		8	9,64	<i>Anabaena spiroides</i> , <i>Merismopedia punctata</i> , <i>Oscillatoria princeps</i> , <i>Spirulina major</i> , <i>Lepocinclis ovum</i> , <i>Phacus acuminatus</i> , <i>Phacus curvicauda</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i>
	Ticoplanctônica		1	1,20	<i>Fragilaria capuccina</i>

5.5 Densidade fitoplanctônica (cel.L⁻¹)

A densidade dos organismos fitoplanctônicos no estuário do rio Massangana apresentou valores oscilantes durante o período de amostragem, nos dois ciclos de maré e nos pontos de coleta. Os valores de densidade obtidos variaram de 5 a 4280 x 10³ cel.L⁻¹ (Fig.21).

A densidade fitoplanctônica não apresentou diferença significativa sazonal (p=0,729), espacial (p=0,5966) e entremarés (p=0,2181).

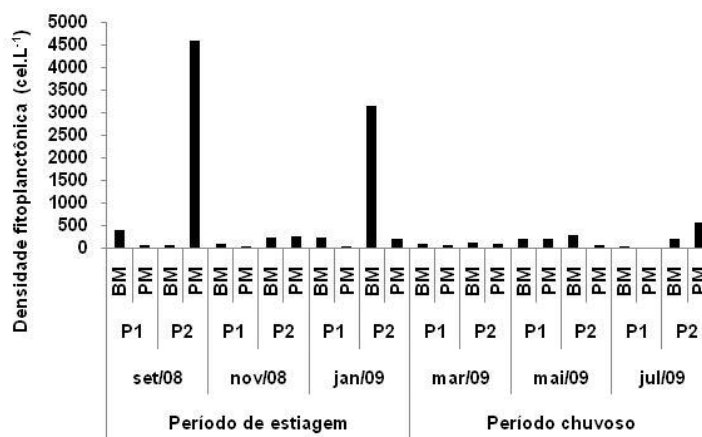


Figura 21: Variação da densidade fitoplanctônica nos pontos de coleta e nos dois ciclos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Os dinoflagelados foi considerado o grupo que obteve a maior representação quantitativa na área estudada com densidade total $5290 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ com valores oscilando entre 5 e $4280 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$. Os maiores valores foram encontrados no ponto de coleta 2, com as espécies *Gymnodinium* sp. ($4280 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) e *Protoperdinium* sp. ($125 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$), ambos na preamar de setembro/08 (Fig 22).

As euglenofíceas (Euglenophyta) formaram o segundo grupo de destaque, com densidade total $2750 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ variando entre 5 e $2715 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$, com a espécie mais representativa na área foi *Eutreptiella* sp. ($2715 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) na baixa-mar em janeiro/09 no ponto de coleta 2 (Fig.22).

As diatomáceas [Heterokontophyta (Bacillariophyceae)] foram o terceiro grupo do fitoplâncton com densidade total $1530 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ variando de 5 a $130 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ (Tab.6). As espécies que dominaram foram pequenas diatomáceas pertencentes à ordem Bacillariales, *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus centralis*, *Navicula* sp., *Nitzschia longissima* e *Paralia sulcata* (Fig.22).

Os outros fitoflagelados [Heterokontophyta (Dictyochophyceae)] apresentaram densidade total de 1035 cel.L^{-1} , variando de 5 a $455 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$. Os fitoflagelados apresentaram maior densidade no ponto de coleta 2 na preamar em julho/09 (Fig.22).

As cianobactérias (Cyanobacteria) foram o grupo menos representativo quantitativamente, com densidade total $840 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ variando de 5 a $240 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$, destacando as espécies *Anabaena spiroides* e *Chroococcus* sp. (Fig.22).

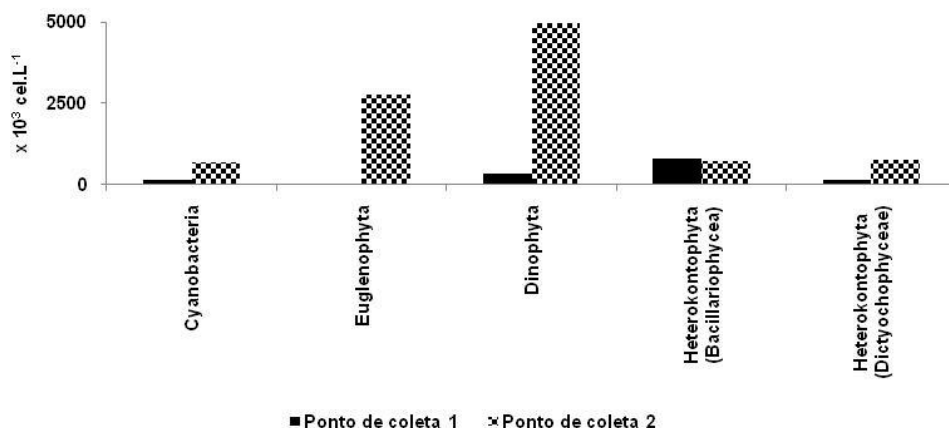


Figura 22: Densidade total das divisões do fitoplâncton no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

5.5.1 Caracterização sazonal

A densidade fitoplanctônica (cel.L^{-1}) apresentou marcantes variações entre os períodos sazonais. No período de estiagem a densidade fitoplanctônica total foi de $9420 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$, com valores variando entre 5 e $4590 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$, ambos nas preamares. Enquanto no período chuvoso, a densidade fitoplanctônica total foi de $3445 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$, com valores oscilando entre 5 e $455 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$, também nas preamares (Fig.21 e 23; Tab.6).

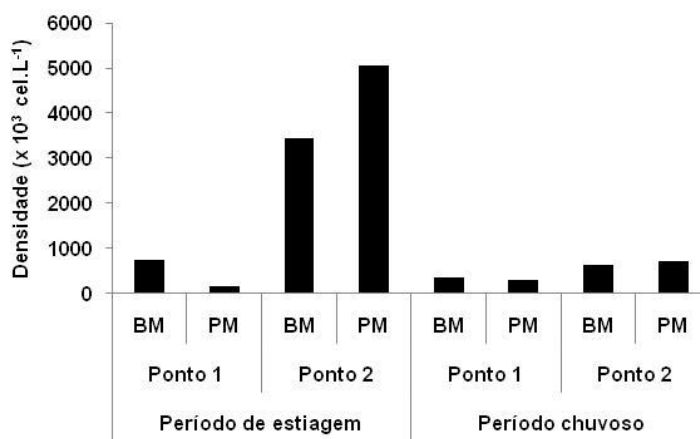


Figura 23: Densidade do fitoplâncton nos períodos sazonais, pontos de coleta e nos dois ciclos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

5.5.2 Caracterização espacial

Os valores de densidade fitoplanctônica foram mais elevados no ponto de coleta 2, com valores variando de $70 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em maio/09 a $4590 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em setembro/08, ambos nas preamares. No ponto de coleta 1 os valores de

densidade oscilaram entre $25 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em julho/09 na preamar e $390 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em setembro/08 na baixa-mar (Tab.6).

Tabela 6: Variação da densidade fitoplanctônica ($\times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) nos pontos de coleta e nos períodos de marés no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Ponto de coleta	Maré	Variação da densidade fitoplanctônica					
		Período de estiagem			Período chuvoso		
		Set/08	Nov/08	Jan/09	Mar/09	Mai/09	Jul/09
1	BM	390	110	240	105	200	45
	PM	60	55	50	80	205	25
2	BM	75	225	3155	130	285	220
	PM	4590	270	200	95	70	565

Foram constatados dois picos de densidades, em setembro/08 ($4590 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) na preamar e em janeiro/09 ($3155 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) na baixa-mar, ambos no ponto de coleta 2. Esses valores altos são devido às elevadas densidades do dinoflagelado *Gymnodinium* sp ($4280 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) em setembro/08 (Fig.21 e 24) e da euglenofícea *Eutreptiella* sp. ($2715 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$) em janeiro/09 (Fig.21 e 25).

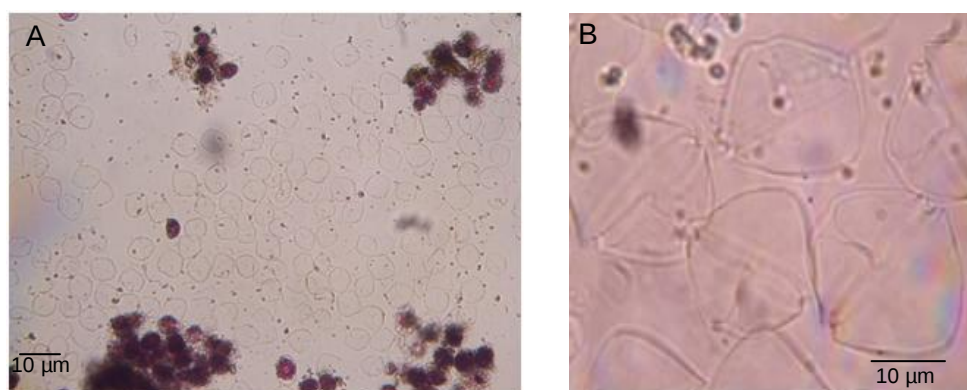


Figura 24: (A) Florescimento do dinoflagelado *Gymnodinium* sp. no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil); e (B) Vista pleural do dinoflagelado *Gymnodinium* sp. no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).



Figura 25: Vista da euglenofícea *Eutreptiella* sp. no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

5.5.3 Caracterização entremarés

Os valores de densidade no estuário do rio Massangana foram mais elevados nas preamaras, com valores oscilando entre $25 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em julho/09 no ponto de coleta 1 e $4590 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em setembro/08 no ponto de coleta 2. Nas baixamares os valores de densidade variaram de $45 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em julho/09 no ponto de coleta 1 a $3155 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ em janeiro/09 no ponto de coleta 2 (Fig.21).

5.6 Biomassa fitoplanctônica (mg.m^{-3})

Os teores de clorofila a apresentaram uma distribuição irregular durante o período de estudo, com valores variando de $0,54 \text{ mg.m}^{-3}$, na preamar no ponto de coleta 1 (novembro/08) a $37,7 \text{ mg.m}^{-3}$ registrado na baixa-mar no ponto de coleta 2 (janeiro/09) (Fig.26).

O período de estiagem apresentou teores mais elevados, variando de $0,54 \text{ mg.m}^{-3}$ no ponto de coleta 1 (preamar) em novembro/08 a $37,7 \text{ mg.m}^{-3}$ no ponto de coleta 2 (baixa-mar) em janeiro/09, com valor médio de $8,35 \text{ mg.m}^{-3}$. No período chuvoso, os teores de clorofila a variaram de $0,89 \text{ mg.m}^{-3}$ no ponto de coleta 2 (preamar) em março/09 a $6,46 \text{ mg.m}^{-3}$ no ponto de coleta 1 (baixa-mar) em março/09, com valor médio de $3,08 \text{ mg.m}^{-3}$ (Fig.26).

O ponto de coleta 2 apresentou valores mais elevados de clorofila a, variando de $0,89 \text{ mg.m}^{-3}$ na preamar em março/09 (período chuvoso) a $37,7 \text{ mg.m}^{-3}$ na baixa-mar em janeiro/09 (período de estiagem), com valor médio de $8,19 \text{ mg.m}^{-3}$. No ponto de coleta 1, os teores de clorofila a oscilaram entre $0,54 \text{ mg.m}^{-3}$ na preamar em novembro/08 (período de estiagem) e $6,46 \text{ mg.m}^{-3}$ na baixa-mar em março/09 (período chuvoso), com valor médio de $3,24 \text{ mg.m}^{-3}$ (Fig.26).

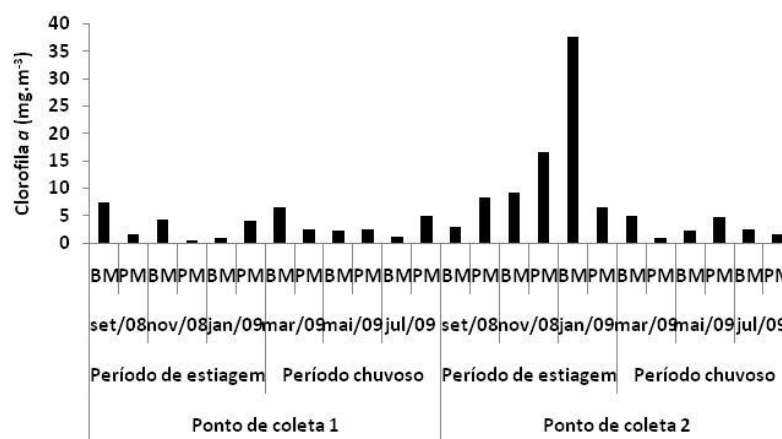


Figura 26: Variação sazonal, espacial e entremarés da clorofila a no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

De uma maneira geral, em relação à variação entremarés, os teores de clorofila *a* registrados foram mais elevados durante as baixamares, com valores variando de 1,00 mg.m⁻³ no ponto de coleta 1 a 37,7 mg.m⁻³ no ponto de coleta 2, ambos no período de estiagem. Essa maré apresentou um valor médio de 6,83 mg.m⁻³. Enquanto nas preamares, os valores oscilaram entre 0,54 mg.m⁻³ no ponto de coleta 1 e 16,64 mg.m⁻³ no ponto de coleta 2, ambos no período de estiagem, valor médio de 4,61 mg.m⁻³ (Tab.7).

Foi verificado na baixa-mar de janeiro/09, no ponto de coleta 1, que o valor elevado de clorofila *a* coincidiu com a ocorrência da espécie *Eutreptiella* sp. considerada dominante na subamostra analisada (Fig.26).

Tabela 7: Variação sazonal, espacial e entremarés da clorofila *a* no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Ponto de coleta	Maré	Período de estiagem				Período chuvoso			
		set/08	nov/08	jan/08	Total	mar/09	maio/09	jul/09	Total
1	BM	7,33	4,37	1,00	12,70	6,46	2,23	1,06	9,75
	PM	1,62	0,54	4,05	6,21	2,61	2,62	5,03	10,26
2	BM	2,89	9,17	37,7	49,76	4,86	2,35	2,57	9,78
	PM	8,36	16,64	6,58	31,58	0,89	4,72	1,66	7,27

Os valores de clorofila *a* apresentaram variação sazonal significativa ($p=0,0163$), não apresentando variação significativa espacial ($p=0,119$) e entremarés ($p=0,6861$).

5.7 TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

5.7.1 Abundância relativa das espécies

No estuário do rio Massangana durante o período estudado foram registradas sete espécies dominantes: os dinoflagelados *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum micans* Ehrenberg e *Protoperidinium* sp., as diatomáceas *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey e *Nitzschia longissima* (Brèbisson) Grunow e a euglenofícea *Eutreptiella* sp.

As espécies *Eutreptiella* sp., *Prorocentrum micans* e *Gymnodinium* sp. foram consideradas dominantes durante o período de estiagem.

A euglenofícea *Eutreptiella* sp. ocorreu apenas no ponto de coleta 2, onde foi considerada dominante na baixa-mar em janeiro/09. O dinoflagelado *Prorocentrum micans* apresentou uma distribuição irregular ao longo dos períodos estudados e

pontos de coleta, sendo considerada dominante na preamar em janeiro/09 (ponto de coleta 2) (Tab.8).

A presença da espécie *Gymnodinium* sp. foi verificada nos pontos de coleta 5 e 7 durante o período de estiagem, não ocorrendo durante o período chuvoso. Essa espécie foi considerada dominante na preamar em setembro/08 (ponto de coleta 2) (Tab.8).

Tabela 8: Distribuição das espécies identificadas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil) durante o período de estiagem.

	Setembro/08				Novembro/08				Janeiro/09			
	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 1		Ponto 2	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Eutreptiella</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	52,71	*
<i>Gymnodinium</i> sp	*	12,50	*	80,35	*	*	*	*	*	*	15,89	*
<i>Prorocentrum micans</i>	0,68	12,50	0,23	0,12	*	9,30	0,92	3,95	0,24	6,25	2,71	55,14
<i>Protoperidinium</i> sp	0,34	37,50	*	13,59	0,24	4,65	15,14	21,05	*	2,50	3,49	*
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	3,98	*	7,02	*	0,49	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bacillaria paxillifera</i>	33,52	*	42,47	*	56,45	*	5,96	2,63	73,33	*	*	*
<i>Nitzschia longissima</i>	2,84	*	3,85	2,72	1,22	*	4,59	10,53	7,38	2,50	13,18	8,41

Nota: Sinal convencional utilizado: * = espécie não encontrada na subamostra analisada.

As espécies *Protoperidinium* sp., *Asterionellopsis glacialis* e *Nitzschia longissima* apresentaram uma distribuição irregular e foram dominantes durante o período chuvoso.

O dinoflagelado *Protoperidinium* sp. foi dominante no ponto de coleta 1 (março/09) durante a preamar. As diatomáceas *Asterionellopsis glacialis* e *Nitzschia longissima* foram dominantes no ponto de coleta 2 em maio/09 durante a preamar e julho/09 durante a baixa-mar, respectivamente (Tab.9).

Tabela 9: Distribuição das espécies identificadas no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil) durante o período chuvoso.

	Março/09				Maio/09				Julho/09			
	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 1		Ponto 2	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Eutreptiella</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gymnodinium</i> sp	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Prorocentrum micans</i>	*	0,44	1,54	*	0,27	5,11	*	*	*	*	*	2,63
<i>Protoperidinium</i> sp	*	57,78	18,46	20,00		3,16	*	1,69	*	1,19	*	13,16
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	*	*	*	*	32,70	40,63	47,73	79,66	*	29,76	*	*
<i>Bacillaria paxillifera</i>	80,42	*	*	*	28,88	6,08	*	*	61,02	5,95	*	*
<i>Nitzschia longissima</i>	4,82	2,22	38,46	12,00	3,27	0,73	7,95	1,13	23,62	7,14	53,13	31,58

Nota: Sinal convencional utilizado: * = espécie não encontrada na subamostra analisada.

A única espécie considerada dominante nos dois períodos estudados (estiagem e chuvoso) foi a diatomácea *Bacillaria paxillifera*, no ponto de coleta 1 durante as baixamares dos meses de novembro/08, janeiro/09, março/09 e julho/09 (Tab.8 e 9).

A maioria das espécies foi considerada Abundante e Rara para o estuário do rio Massangana.

5.7.2 Frequência de ocorrência

Quanto à frequência de ocorrência, observou-se que as espécies não apresentaram uma distribuição homogênea nos pontos de coletas selecionadas, tendo sido registrada a presença de, apenas duas espécies consideradas Muito Frequentes, as quais ocorreram em mais de 50% das amostras: duas Heterokontophyta (diatomáceas), *Nitzschia longissima*, *Surirella fastuosa*; 14 espécies Frequentes, ou seja, espécies que ocorreram entre 40 e 70% das amostras, representadas por uma Cyanobacteria (cianobacteria), *Oscillatoria princeps*, dois Dinophyta (dinoflagelados), *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium* sp., e 11 Heterokontophyta (diatomáceas), *Amphora* sp., *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus* sp., *Diploneis bombus*, *Gyrosigma balticum*, *Lyrella lyra*, *Melosira dubia*, *Navicula* sp., *Nitzschia sigma*, *Pleurosigma angulatum*, *Thalassiosira leptopus*. As demais espécies foram consideradas Pouco Frequentes (30 spp.), ou seja, espécies que ocorreram entre 10 e 40% e Esporádicas (52 spp.), ocorrendo em menos de 10% das amostras, destacando-se que a maioria foi enquadrada na categoria Esporádica (Apêndice B).

5.7.3 Diversidade Específica e Equitabilidade

Na área de estudo a diversidade específica apresentou-se elevada, com valores acima de 2,5 bits.cel⁻¹ em praticamente todos os pontos de coleta e períodos de amostragem, com exceção do mês de setembro/08 no ponto de coleta 1 (preamar), apresentando um valor de 2,25 bits.cel⁻¹ (Fig.27).

Os valores do índice de diversidade específica ficaram acima de 2,5 bits.cel⁻¹ em 95,83% das amostras analisadas. No período de estiagem os valores de diversidade variaram de 2,25 bits.cel⁻¹ a 5,00 bits.cel⁻¹ ambos no ponto de coleta 1 (setembro/08), enquanto no período chuvoso os valores variaram de 3,10 bits.cel⁻¹

(ponto de coleta 2) em março/09 a 4,83 bits.cel⁻¹ (ponto de coleta 1) em maio/09, ambos na preamar (Fig.27).

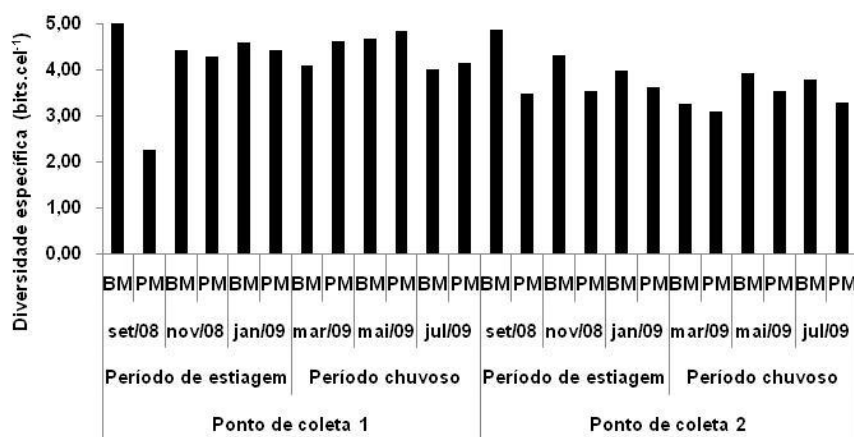


Figura 27: Diversidade específica (bits.cel⁻¹) do fitoplâncton, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

Os valores de equitabilidade ficaram acima de 0,5 em 100% das amostras analisadas na área de estudo. Durante o período de estiagem os valores de equitabilidade variaram de 0,95 (ponto de coleta 2) a 0,98 (ponto de coleta 1), ambos durante as baixamares do mês de janeiro/08. No período chuvoso os valores variaram de 0,93 (ponto de coleta 2) na preamar em março/09 a 0,98 (ponto de coleta 1) na baixa-mar em julho/09 (Fig.28). Os valores de equitabilidade apresentados no estuário do rio Massangana, acima de 0,5, indicam que as espécies estão bem distribuídas.

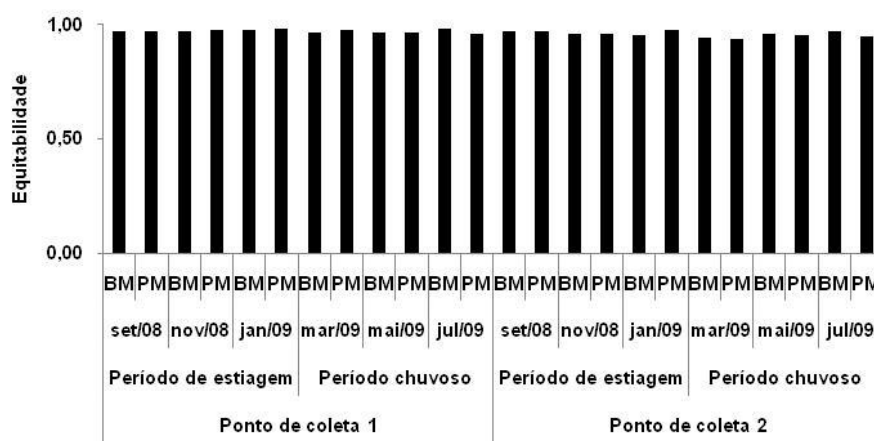


Figura 28: Equitabilidade do fitoplâncton, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

5.7.4 Análise Multivariada

5.7.4.1 Análise de agrupamento das espécies

A figura 29 apresenta o dendrograma de associação das espécies coletadas com rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm.

A associação de espécies englobou dois grupos:

Grupo 1: composto por 25 espécies, na sua maioria por organismos marinhos (nerítico e oceânico).

Subgrupo 1A: composto por uma espécie dominante (*Asterionellopsis glacialis*) e pelas espécies *Neoceratium teres*, *Neoceratium extensum*, *Neoceratium trichoceros*, *Campylodiscus* sp., *Chaetoceros brevis*, *Hemiaulus sinensis*, *Chaetoceros mitra*, *Corethron hystrix*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Biddulphia tridens*, *Licmophora* sp., *Chaetoceros affinis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros curvisetus*, *Thalassiosira eccentrica*, *Achnantes longipes*, *Dimerogramma marinum*, *Protoperidinium granii*, *Mastogloia splendida* e *Helicotheca tamesis*.

Subgrupo 1B: composto por espécies marinhas. Composto pelas espécies: *Isthmia enervis*, *Protoperidinium oblogum*, *Leptocylindrus danicus*, *Gyrosigma* sp., *Amphora marina*, *Chaetoceros lorenzianus* e *Protoperidinium steinii*.

Grupo 2: composto por 67 espécies, na sua maioria por organismos marinhos (nerítico planctônico e ticoplanctônico, e oceânico planctônico).

Subgrupo 2A₁: composto pela maioria de espécies que foram encontradas no período de estiagem. Constituído por: *Phacus curvicauda*, *Eutreptiella* sp., *Spirulina major*, *Entomoneis alata* var. *pulchra*, *Merismopedia punctata*, *Melosira* sp., *Surirella elongata*, *Pleurosigma angulatum*, *Chaetoceros coarctatus*, *Grammatophora oceanica*, *Prorocentrum micans* e *Nitzschia* sp.

Subgrupo 2A₂: composto pela maioria das espécies que foram encontradas no período chuvoso. Constituído por: *Entomoneis alata*, *Phacus acuminatus*, *Oscillatoria princeps*, *Surirella* sp., *Lepocinclis ovum*.

Subgrupo 2B₁: composto por uma espécie dominante (*Gymnodinium* sp.) e por *Pseudonitzschia seriata*, *Cerataulus turgidus*, *Cylindrotheca closterium*, *Pleurosigma* sp., *Lyngbya* sp., *Coscinodiscus* sp. e *Gymnodinium* sp.

Subgrupo 2B₂: composto por duas espécies muito frequentes (*Surirella fastuosa* e *Nitzschia longissima*) e por *Odontella mobiliensis*, *Campylodiscus fastuosus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Licmophora abbreviata*, *Fragilaria* sp., *Climacosphenia moniligera*, *Fragilaria capuccina*, *Bacillaria paxillifera*, *Paralia sulcata*, *Neoceratium furca*, *Belleriochea malleus*, *Neoceratium tripos*, *Odontella aurita*, *Pseudonitzschia pungens*, *Hemiaulus membranaceus*, *Nitzschia tryblionella*,

Oscillatoria sp., *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira leptopus*, *Diploneis bombus*, *Dictyocha fibula*, *Melosira dubia*, *Lyrella lyra*, *Grammatophora marina*, *Petroneis humerosa*, *Gyrosigma balticum*, *Amphora* sp., *Nitzschia sigma* e *Rhizosolenia setigera*.

Subgrupo 2B₃: composto por uma espécie dominante (*Protoperidinium* sp.) e a maioria encontrada no período chuvoso. Constituído por: *Navicula fortis*, *Pyrophacus steinii*, *Surirella febigerii*, *Tropidoneis lepdoptera*, *Amphiprora pulchra*, *Protoperidinium* sp., *Podocystis adriatica*, *Pyrophacus holorogicum*, *Navicula* sp., *Triceratium pentacrinus*, *Chaetoceros teres*, *Amphiprora paludosa* e *Coscinodiscus centralis*.

A figura 30 apresenta o dendrograma de associação dos parâmetros hidrológicos e biomassa fitoplanctônica. Foram observados dois grupos subdivididos em vários subgrupos.

Grupo 1: constituído pelos parâmetros mais influenciados pela ação das marés. Composto por: profundidade, transparência, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, salinidade, pH, temperatura, fosfato, silicato e biomassa fitoplanctônica.

Grupo 2: constituído pelos parâmetros mais influenciados pela precipitação pluviométrica. Composto por: material em suspensão, turbidez e sais nutrientes nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato).

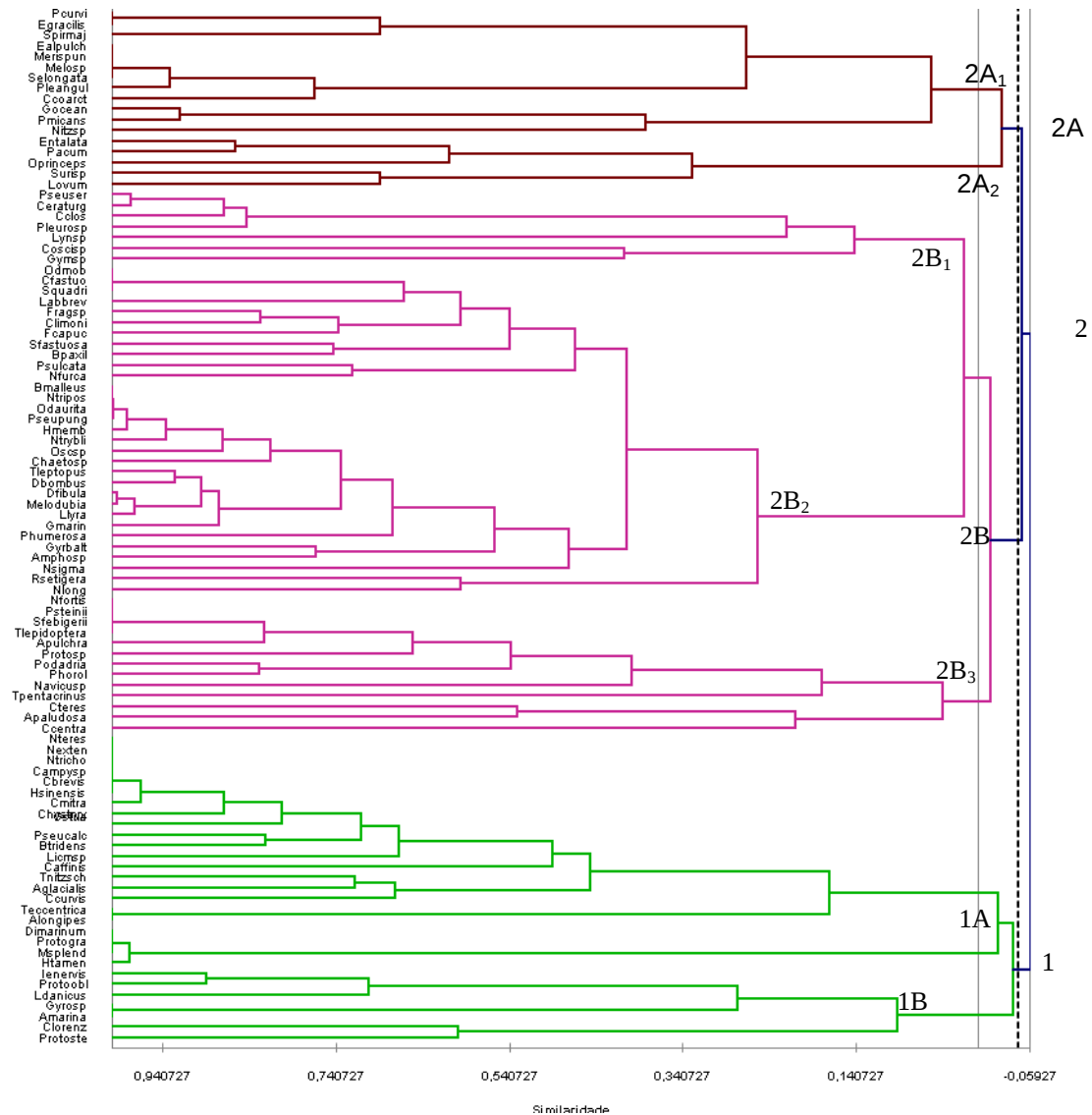


Figura 29: Dendrograma da associação das espécies fitoplanctônicas coletadas com rede de plâncton de 20 µm no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), durante o período chuvoso e de estiagem.

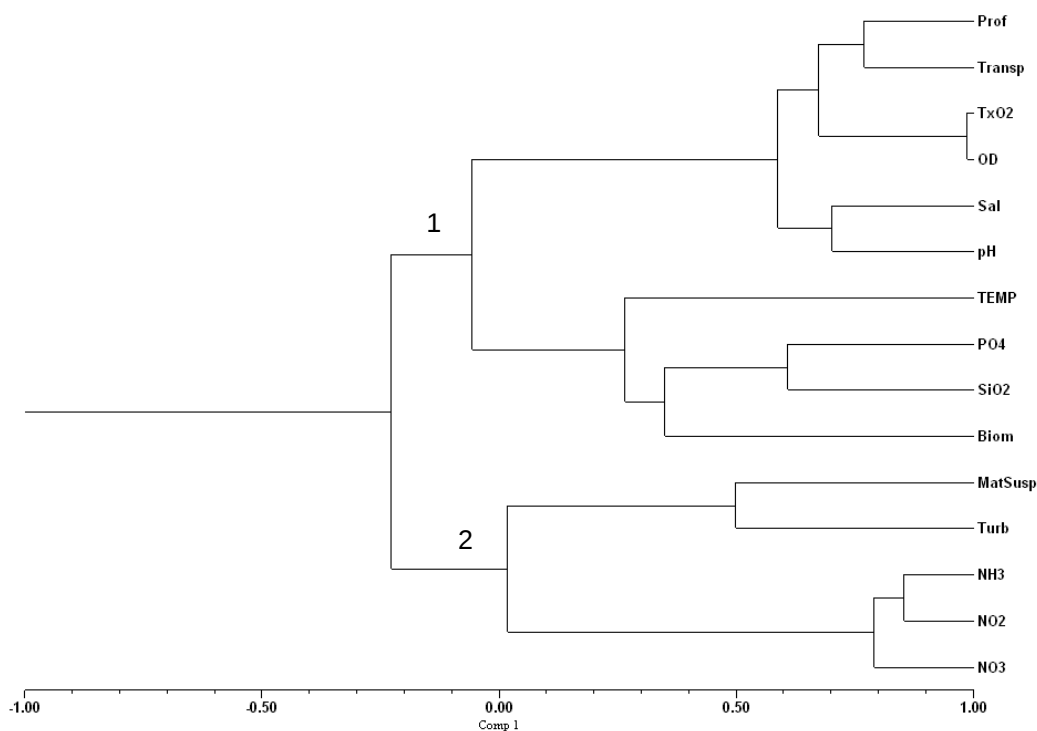


Figura 30: Dendrograma da associação dos parâmetros hidrológicos e da biomassa fitoplanctônica no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), durante o período chuvoso e de estiagem.

5.7.4.2 Análise dos Componentes Principais (ACP)

A análise dos componentes principais mostrou que a contribuição das variáveis ambientais aos dois primeiros fatores, explicou 59,41% da variação dos dados (Fig.31 e Tab.10).

Componente 1

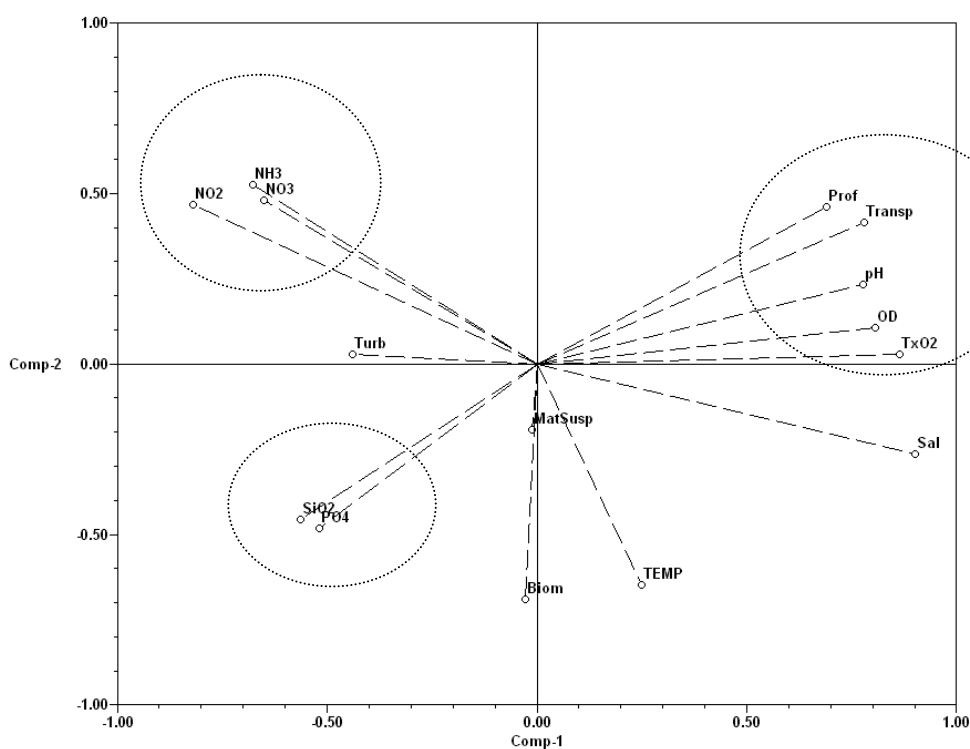
A componente 1 explicou 41,96% das variações ambientais analisadas e mostrou correlação direta entre a profundidade local ($r=0,6913$), transparência da água ($r=0,7809$), salinidade ($r=0,9011$), taxa de saturação de oxigênio ($r=0,8634$), oxigênio dissolvido ($r=0,8062$) e pH ($r=0,7761$), estes tiveram correlação inversa com a amônia ($r=-0,6772$), nitrito ($r=-0,8207$), nitrato ($r=-0,6497$), fosfato ($r=-0,5194$), silicato ($r=-0,5622$) e turbidez ($r=-0,4403$).

Componente 2

A componente 2 explicou 17,45% das variações ambientais analisadas e associou negativamente a temperatura da água ($r=-0,6478$), material em suspensão ($r=-0,1917$) e biomassa fitoplanctônica ($r=-0,6896$).

Tabela 10: Contribuição dos parâmetros ambientais e biológico (biomassa fitoplanctônica) aos dois primeiros componentes principais no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

PARÂMETRO	ABREVIATURA	C1 41,96%	C2 17,45%
Profundidade	Prof	0.6913	0.4589
Transparência	Transp	0.7809	0.4147
Temperatura	TEMP	0.2490	-0.6478
Salinidade	Sal	0.9011	-0.2654
Taxa de saturação de oxigênio	TxO ₂	0.8634	0.0291
Oxigênio dissolvido	OD	0.8062	0.1077
Material em suspensão	MatSusp	-0.0131	-0.1917
pH	pH	0.7761	0.2332
Amônia	NH ₃	-0.6772	0.5247
Nitrito	NO ₂	-0.8207	0.4671
Nitrato	NO ₃	-0.6497	0.4804
Fosfato	PO ₄	-0.5194	-0.4827
Silicato	SiO ₂	-0.5622	-0.4568
Turbidez	Turb	-0.4403	0.0281
Biomassa	Biom	-0.0282	-0.6896

**Figura 31:** Contribuição dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica aos dois primeiros componentes principais, no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil).

6 DISCUSSÃO

A estrutura das populações do fitoplâncton varia nos ecossistemas em função de vários fatores ambientais e está relacionada às características de natureza física, química e biológica, destacando-se a precipitação pluviométrica, luz, temperatura, estado fisiológico das algas, predação ou herbivoria, nutrientes e material em suspensão. Estes fatores podem atuar unidos ou isoladamente e condicionar o estabelecimento de populações adaptadas a estas variações (PHLIPS; BADYLAK; GROSSKOPF, 2002).

A maioria das espécies do fitoplâncton, nas regiões temperadas, depende de duas estações de crescimento (florescimento de outono e de primavera), onde atingem níveis de concentração muito elevados. Com o término desses florescimentos, as concentrações reduzem-se, praticamente, a zero. No caso de regiões tropicais há o crescimento quase contínuo, associado ao fluxo das marés assim como da precipitação pluviométrica, luz e disponibilidade de sais nutrientes. Esta diferença no crescimento é uma evidência da dependência do ciclo de vida de uma espécie relativamente às condições físicas, químicas e biológicas que o meio lhe oferece (SCHAEFFER-NOVELLI; COELHO JUNIOR; TOGNELLA-DE-ROSA, 2002).

Estudos realizados no norte e nordeste do Brasil confirmam que a precipitação pluviométrica é um dos fatores que controla a distribuição, a abundância e a dinâmica sazonal do fitoplâncton estuarino como verificados por PAIVA; ESKINAZI-LEÇA (1991) na baía de Guarajá, KOENING; ESKINAZI-LEÇA; CARVALHO (1996) no estuário do rio Ipojuca, MELO-MAGALHÃES et al. (2004) no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba, LEÃO et al. (2008) no estuário do rio Igarassu, e AZEVEDO; FEITOSA; KOENING (2008) no Golfão Maranhense.

No período chuvoso a área estudada, a pluviometria e a ação das marés causam alterações na dinâmica das zonas costeiras por causa do aumento do aporte dos rios, acarretando aumento na turbidez, do material em suspensão e da concentração de sais nutrientes e a diminuição da salinidade, promovendo um aumento no nível de mistura da água com redução da camada fótica.

No estuário do rio Massangana a variação da precipitação pluviométrica proporciona alterações sazonais na turbidez e sais nutrientes dissolvidos (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato), confirmando maiores valores durante período chuvoso.

Como em outros sistemas estuarinos, o processo de mistura no estuário do rio Massangana é também fortemente afetado pelo movimento das marés. De acordo com Leão et al. (2008), as marés exercem influência nestes ambientes, em função da renovação da água, de sua composição química e das comunidades biológicas, com a entrada de espécies eurialinas promovida pelo aumento da salinidade, promovendo ainda a diluição dos nutrientes e poluentes carregados pelo rio.

Neste caso a maré é um fator condicionante para algumas das variáveis estudadas no estuário do rio Massangana, proporcionando nas preamares uma considerável melhoria na qualidade das águas do estuário, com as maiores profundidades, transparência da água, salinidade, pH, concentrações de oxigênio dissolvido e taxa de saturação do oxigênio dissolvido, o que acarreta em água mais aquecida e rica em espécies algais marinhas, como dinoflagelados, *Prorocentrum micans* Ehrenberg dominante em janeiro/09 (período de estiagem), diatomáceas *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round dominante em maio/09 (período chuvoso) e *Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey dominante em novembro/08, janeiro/09 (período de estiagem) e julho/09 (período chuvoso).

A variação da maré também refletiu a contribuição da baixa-mar, com o aumento dos valores de turbidez (reduzindo a camada fótica), material em suspensão e sais nutrientes, com espécies fitoplanctônicas tipicamente de água doce, como *Oscillatoria princeps* e *Spirulina major*, encontrada no ponto de coleta 1 (a jusante do estuário) que dista 3,6 km do ponto de coleta 2 (a montante do estuário).

Outro parâmetro importante é a profundidade, em áreas estuarinas sob forte influência da maré, como é o caso do estuário do rio Massangana, onde se verifica que a profundidade local varia em função da altura da maré, mostrando um declínio gradual da porção mais costeira para a mais interna.

Com o progressivo assoreamento das margens, a vala do rio Massangana vem sendo preenchida por sedimentos e a sua profundidade vem diminuindo progressivamente (BEZERRA JUNIOR; DIAS; NEUMANN-LEITÃO, 2011).

Em águas costeiras deve ser considerada a influência do fundo sobre a composição específica e a produção biológica da coluna da água, quando sob o efeito das marés e do vento a coluna de água adquire uma estrutura homogênea

favorável ao processo de turbulência e de ressuspensão do material particulado e dissolvido do sedimento.

De fato, a influência do fundo também se manifestou na comunidade fitoplanctônica. A presença constante de espécies bentônicas como: *Achnanthes longipes*, *Amphiprora pulchra*, *Amphora marina*, *Campylodiscus fastuosus*, *Cerataulus turgidos*, *Chaetoceros curvisetus*, *Climacosphenia moniligera*, *Cylindrotheca closterium*, *Dimerogramma marinum*, *Diploneis bombus*, *Entomoneis alata*, *Entomoneis alata var pulchra*, *Entomoneis paludosa*, *Fragilaria capuccina*, *Gyrosigma balticum*, *Grammatophora marina*, *Isthmia enervis*, *Licmophora abbreviata*, *Lyrela lyra*, *Mastogloia splendida*, *Melosira dubia*, *Melosira moniliformis*, *Navicula fortis*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia tryblionella*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Pleurosigma angulatum*, *Podocystis adriatica*, *Surirella elongata*, *Surirella fastuosa*, *Surirella febigerii*, *Terpsionoe musica*, *Triceratium pentacrinus* e *Tropidoneis lepdoptera*, indica a importância do processo de ressuspensão do sedimento da área.

De acordo com a análise dos componentes principais, a profundidade local apresenta correlação direta com a transparência da água, salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio e pH, e inversa com a turbidez e os sais nutrientes. Demonstrando a importância das preamaras, que renova a qualidade da água no estuário, aumentando a transparência da coluna d'água.

A ampla variação da transparência da água (0,30 - 2,5 m) demonstra que sistemas costeiros rasos são frequentemente submetidos a fatores de interferência, sejam de origem natural ou antrópica, evidenciando não existir um padrão típico, podendo ser modificada em função dessas forçantes e alterar a abundância das microalgas planctônicas (STAATS et al., 2001).

No estuário do rio Massangana a transparência da água é maior na preamar, destacando-se sempre o ponto de coleta 1 devido à sua posição a jusante do estuário. Sazonalmente apresenta maiores valores no período de estiagem, semelhante ao registrado por Branco; Feitosa; Flores Montes (2002) no estuário de Barra das Jangadas; Mafalda Junior et al. (2004) na costa norte da Bahia; Grego et al. (2004) no estuário do rio Timbó; Honorato da Silva et al. (2004) no estuário do rio Formoso e Bastos; Feitosa; Muniz (2005) no estuário do rio Una.

As menores transparências da água são consequências das maiores concentrações de material em suspensão e turbidez, principalmente do aporte

continental do estuário do rio Massangana, enquanto os maiores valores são encontrados na área com maior influência marinha.

Na área de estudo a transparência da água apresenta correlação direta com a profundidade local, salinidade, oxigênio dissolvido e taxa de saturação de oxigênio dissolvido indicando a forte influência marinha na área. A contribuição da pluviosidade no transporte de sedimentos e consequente diminuição da transparência foi igualmente observada por Ressurreição; Passavante; Macedo (1996) em um perfil paralelo à costa em frente ao Porto do Recife.

A distribuição e a concentração de material em suspensão em um estuário é de fato um fenômeno contingente, dependendo dos processos primários interrelacionados, tais como as condições meteorológicas, hidrodinâmicas, e atividades químicas e biológicas. Além da morfologia e composição do fundo, têm um impacto sobre a distribuição vertical e lateral da distribuição do material em suspensão. A característica do material em suspensão é uma função da reciprocidade entre ordem (ciclo de maré, sizígia e quadratura) e caos (turbulência, erosão-deposição, ressuspensão e atividades biológicas e antrópicas) (CHEN et al., 2005).

No estuário do rio Massangana as concentrações de material em suspensão são mais elevadas na baixa-mar, evidenciando a contribuição dos rios e a ressuspensão do sedimento. Sazonalmente as maiores concentrações são verificadas durante o período de chuvoso, como observado por Losada; Feitosa; Lins (2003) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba; e Santiago et al. (2010a) na bacia portuária do Recife.

O padrão de correlação inversa entre transparência da água e material particulado em suspensão é comumente relatado para área estuarina em função da precipitação pluviométrica, do fluxo e refluxo da maré e do regime sazonal (BASTOS; FEITOSA; MUNIZ, 2005; PAIVA et al., 2006; HONORATO DA SILVA et al., 2009). Fato semelhante é verificado para o estuário do rio Massangana através da análise dos componentes principais.

Também vale ressaltar que os picos ocorridos de material em suspensão e clorofila *a* no presente estuário, juntamente com a correlação direta entre esses dois parâmetros, sugerem que parte desse material pode ser autóctone, de natureza planctônica. Fato semelhante verificado no estuário do rio Una (BASTOS; FEITOSA;

MUNIZ, 2005) e Barra das Jangadas (NORIEGA et al., 2005), onde os autores afirmam que o material em suspensão é de origem orgânica.

A turbidez é a medida da capacidade que a água tem de dispersar a radiação e conseqüentemente está ligada à presença de partículas sólidas suspensas, que por sua vez, possuem tamanho reduzido e não são capazes de sedimentar, atenuando a transmissão da luz (ESTEVES, 1998). A turbidez é conhecida por ser um importante fator limitante da produtividade do fitoplâncton em estuários.

Esse parâmetro apresenta, na área de estudo, os maiores valores durante o período chuvoso, no ponto de coleta 2 (à montante do estuário) e na baixa-mar.

Observa-se que em determinadas amostragens a biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) pode ter sido inibida pelos maiores valores de turbidez, causados pelo fluxo do rio carreando grandes quantidades de material em suspensão ou pela ressuspensão do sedimento. Este fato também foi observado por Santiago et al. (2010a) na bacia portuária do Recife, onde a concentração de material em suspensão diminuiu a camada fótica inibindo o crescimento fitoplanctônico; e por Gameiro et al. (2004) no estuário do rio Tagus (Portugal), onde a turbidez inibiu a produção do fitoplâncton e ocorreu uma acumulação de biomassa.

Outro fator que sofre forte influência da precipitação é a salinidade que varia sazonalmente, principalmente em ambientes estuarinos. A salinidade é um dos parâmetros fundamentais na distribuição dos organismos, afetando tanto o crescimento quanto a fisiologia algal, estabelecendo a presença e o desenvolvimento do fitoplâncton, visto que pode oscilar em função da maré e da vazão dos rios, além de dividir o estuário em diferentes zonas ecológicas, com populações mais ou menos adaptadas às variações desse parâmetro (SCHMIDT, 1999; QIAN et al., 2003; AZEVEDO; FEITOSA; KOENING, 2008).

Quanto ao padrão sazonal no estuário do rio Massangana, a salinidade evidencia o domínio do fluxo marinho, com os maiores teores registrados durante o período de estiagem. No período de maior pluviosidade e durante a baixa-mar, também predominam os valores de ambiente oligoalino a eualino. Estes teores apresentam variação significativa sazonal e espacial, não apresentando variação significativa entremarés.

De acordo com SILVA-CUNHA et al. (2004) a estrutura das populações de microalgas em estuários está diretamente relacionada às notáveis variações da salinidade, as quais condicionam a formação de quatro tipos de agrupamentos:

oligoalinas: são consideradas de água doce e não toleram salinidade acima de 0,5 ups; verdadeiramente estuarinas: aquelas que vivem onde a salinidade varia entre 5-18 ups, formadas por organismos com afinidades marinhas que podem, também, viver no mar; marinhas eurialinas: formadas por espécies que podem suportar variações de salinidade entre 5-30 ups; e populações marinhas estenoalinas: que não suportam salinidade abaixo de 25 ups e, praticamente, só ocorrem na boca dos estuários.

No estuário do rio Massangana a comunidade fitoplanctônica apresenta características ecológicas semelhante aos outros estuários de Pernambuco, tendo ocorrido maior aparecimento de espécies marinhas eurialinas (60,71%) seguido das estenoalinas (27,38%) e oligoalinas (11,19%).

Nos estuários, as concentrações de oxigênio variam muito em função do fluxo e refluxo das marés. A importância da sua determinação se deve ao fato dele ser um gás essencial à vida (respiração, oxidação da matéria orgânica e processos metabólicos celulares) e um indicador das condições ambientais, uma vez que baixas concentrações podem indicar processos de eutrofização (poluição química, física ou biológica) (HONORATO DA SILVA et al., 2004; NORIEGA et al., 2005; AZEVEDO; FEITOSA; KOENING, 2008).

Foi estabelecido para os estuários nordestinos um sistema de classificação da qualidade da água, baseado na taxa de saturação do oxigênio dissolvido em quatro zonas: saturada (valores acima de 100%); baixa saturação (50%-100%); semipoluída (valores entre 25%-50%) e poluída (valores abaixo de 25%) (MACÊDO; COSTA, 1978).

De acordo com esta classificação, pode-se afirmar que o estuário do rio Massangana varia de zona semi-poluída a saturada. O registro pontual da zona semi-poluída é identificado no ponto de coleta 2 (à montante do estuário) em maio/09 na baixa-mar, o que pode estar relacionado à ação antrópica através de efluentes domésticos e/ou industriais.

Os valores de pH na área estudada apresentaram-se de forma característica para estuários prevalecendo sempre alcalino. Esse padrão foi observado por Losada; Feitosa; Lins (2003) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba; Bastos; Feitosa; Muniz (2005) no estuário do rio Una; Honorato da Silva et al. (2009) no estuário do rio Formoso; e Grego et al. (2009) no estuário do rio Ariquindá.

Os sistemas estuarinos são os principais fornecedores de nutrientes para a região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos por ação antrópica. Esta entrada de nutrientes é intensificada em estuários situados em regiões de elevada concentração populacional, em função do aporte de efluentes domésticos e industriais, do escoamento urbano, de efluentes agrícolas além das águas de drenagem terrestre provocadas pelas chuvas, do sedimento e do fluxo das marés (PEREIRA FILHO; SPILLERE; SCHETTINI, 2003; NORIEGA et al., 2005).

Altos níveis de produção primária em estuários são diretamente relacionados à entrada substancial de nutrientes inorgânicos dissolvidos, e aos eficientes processos biológicos e físicos que os mantêm circulando no ecossistema (ABREU; HARTMANN; ODEBRECHT, 1995).

Aidar et al. (1993) observaram que o nitrogênio, o fósforo e a sílica, comportam-se de forma não conservativa, na dependência direta de processos de demanda biológica pela biomassa fitoplanctônica na zona eufótica, ou por regeneração, e dos aportes devido a processos físicos (advecção, intrusão de águas mais ricas), climáticos (chuvas) e drenagem continental.

No estuário do rio Massangana a distribuição da concentração dos sais nutrientes dissolvidos é caracterizada por variações entre os dois regimes de marés, com teores mais elevados na baixa-mar. Ocorre também um aumento nas concentrações desses sais no período chuvoso, evidenciando uma contribuição da drenagem terrestre no aporte desses nutrientes.

Comparando-se os sais nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato), verifica-se que o nitrito apresenta as concentrações mais baixas, pois, de acordo com Noriega et al. (2005), esse nutriente é um produto intermediário e instável das reações de denitrificação e de nitrificação, e, portanto pode ser rapidamente convertido em nitrato, é comum que suas concentrações na água sejam em geral, relativamente mais baixas do que as de outras formas de nitrogênio dissolvido.

O nitrato é um nutriente essencial, mas em concentração elevada, torna-se tóxico e é capaz de perturbar o ambiente aquático. Sob condições normais o nitrato geralmente ocorre em pequenas quantidades nas águas superficiais, mas o seu valor é reforçado por aportes de outras fontes (JAMES; ADEJARE, 2010).

De acordo com Carmouge (1994) apud Noriega et al. (2009), a velocidade de regeneração ou formação de nitrato é, em geral, menor do que a assimilação pelos

produtores primários, resultando em baixas concentrações de nitrato na coluna d'água.

As maiores concentrações de amônia no ponto de coleta 2 (a jusante do estuário) podem estar, de acordo com Pereira-Filho et al. (2003), diretamente relacionadas à decomposição de matéria orgânica no meio, a qual pode estar associada a atividades antrópicas, como lançamento de efluentes domésticos que estão sendo lançados próximo a esse ponto, aumentando a sua concentração. Além disso, pode ser resultado também da influência da drenagem continental.

Os teores de fosfato apresentam um pico na baixa-mar em janeiro/09 (ponto de coleta 2), fato que pode ser atribuído a um maior revolvimento do sedimento, uma vez que neste mesmo período é verificada a dominância da espécie *Eutryptiella* sp., que tem se mostrado em estudos realizados no mar Báltico (TALLBERG; HEISKMEN, 1998) como uma espécie potencialmente contaminadora de sedimentos, devido à sua capacidade de migração com velocidade de aproximadamente 1m h^{-1} .

Conforme NORIEGA et al. (2005) as concentrações mais elevadas de fosfato no estuário de Barra das Jangadas são decorrentes de um menor consumo pelo fitoplâncton ou a adição de fósforo através de alguma forma mineral combinada de origem fluvial como o ferro e alumínio, processos estes acelerados pelo aumento da temperatura ou por poluição doméstica.

O silicato foi o nutriente dissolvido mais concentrado coincidindo com a predominância qualitativa das diatomáceas no estuário do rio Massangana, pois é um elemento essencial para o desenvolvimento de suas frústulas. De acordo com a ACP o silicato apresentou correlação direta com a turbidez, clorofila *a*, material em suspensão e com os sais nutrientes nitrogenados, indicando a importância da pluviometria e do aporte dos rios elevando os valores de silicato durante o período chuvoso e na baixa-mar.

A influência da água marinha sobre a distribuição de nutrientes e matéria orgânica em sistemas estuarinos e costeiros geralmente resulta em diminuição das concentrações destes compostos com o aumento da salinidade (SCHARLER; BAIRD, 2000; PEREIRA FILHO et al., 2001).

Esta diminuição pode ser conservativa, devido à diluição (quando ela ocorre de forma linearmente proporcional ao aumento da salinidade) ou não conservativa (a diminuição não acompanha linearmente o aumento da salinidade). Este padrão de

variação ocorre em função de que a origem destes compostos, natural ou antropogênica, está geralmente associada à bacia de drenagem (GAGO et al., 2005; SOUZA et al., 2009).

Dentre os parâmetros biológicos, os estudos sobre a variação espaço-temporal da clorofila *a* são de grande importância ecológica, pois permitem avaliar o potencial de produção orgânica dos ecossistemas aquáticos, podendo fornecer indicações sobre a quantidade de matéria orgânica disponível aos demais níveis tróficos (PASSAVANTE et al., 1987/1989). Além de ser um método preciso, de fácil aplicabilidade e baixo custo. Há uma longa história de aplicação de clorofila *a* como um índice de produtividade e condição trófica de águas estuarinas, costeiras e oceânicas (BOYER et al., 2009).

Estudos sobre biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) em ambientes estuarinos e costeiros têm sido realizados em várias partes do mundo (ADOLF et al., 2006; MASSON; PEÑA, 2009; QIU et al., 2010; PAERL et al., 2010).

Nas regiões tropicais, as maiores concentrações de clorofila *a* tanto ocorrem no período chuvoso como no de estiagem, dependendo da variabilidade dos parâmetros oceanográficos de cada ambiente. O maior fator condicionante para que isso ocorra é a chuva, pois ela tanto pode contribuir com o enriquecimento de sais nutrientes, o que pode levar ao aumento da biomassa, como também pode aumentar a quantidade de material em suspensão, limitando a camada fótica, podendo afetar o desenvolvimento do fitoplâncton e diminuir as concentrações da biomassa (LOSADA, 2000).

No estuário do rio Massangana, os teores de clorofila *a* apresentaram variação sazonal bem definida ($p=0,0163$), com maiores valores encontrados durante o período de estiagem, na baixa-mar e no ponto de coleta 2, fato que pode ser justificado pelo incremento de sais nutrientes derivados da drenagem terrestre ou do revolvimento do fundo. Outro fator pode ser a disponibilidade de fosfato na área, onde ocorreu um pico desse nutriente coincidindo com o pico da concentração de clorofila *a*.

De acordo com as concentrações de clorofila *a* e dos teores de sais nutrientes, o estuário do rio Massangana é caracterizado como um ambiente eutrófico, cujo efeito pode ser minimizado com a melhoria da qualidade da água com a entrada das preamaras.

Fato semelhante foi observado por Losada; Feitosa; Lins (2003) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba, que registrou teores mais elevados de clorofila a durante o período de estiagem, atribuindo este fato a uma maior transparência da água, visto que, no período chuvoso, a grande quantidade de material em suspensão reduziu a camada fótica, inibindo o desenvolvimento fitoplanctônico.

As características ambientais registradas condicionam o estabelecimento de uma comunidade fitoplanctônica constituída indivíduos de origens diversas representada por 106 táxons infragenéricos (105 espécies e uma variedade), distribuída em Heterokontophyta (diatomáceas), Dinophyta (dinoflagelados), Cyanobacteria (cianofíceas), Euglenophyta (euglenofíceas), Heterokontophyta (silicoflagelados) e Chlorophyta (clorofíceas).

Esta composição florística demonstra semelhança com outros ecossistemas costeiros do litoral brasileiro como a costa do Rio Grande do Sul (PERSICH et al., 1996) e bacia portuária do Recife (SANTIAGO et al., 2010a).

No estuário do rio Massangana as amostras coletadas com garrafa apresentam uma riqueza florística baixa, pois essa metodologia é utilizada quando se pretende analisar a comunidade fitoplanctônica do ponto de vista quantitativo, permitindo análises mais precisas de densidade.

Para uma identificação florística mais acurada recomenda-se o uso conjunto de garrafas e redes de plâncton, cujas amostras permitem o reconhecimento de espécies de diferentes tamanhos e de ocorrências restritas (SANTIAGO, 2010).

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 de coleta, apesar de fornecerem informações quantitativas, pois, permitem que se conheça o volume amostrado, possuem a limitação de amostrar apenas pequenas quantidades de água. Sua principal vantagem é que mantém os microorganismos bem preservados (SANTIAGO, 2010).

As diferenças observadas nos resultados das duas metodologias (rede e garrafa) ficaram evidentes no estuário do rio Massangana, onde oito espécies estiveram presentes nas amostras coletadas por garrafa, enquanto 25 foram comuns nas amostras coletadas com rede (20 μm) e garrafa e 73 táxons foram identificados apenas na rede de plâncton de 20 μm , demonstrando diferença significativa da riqueza das espécies entre as amostras coletadas com garrafa e rede.

A área de estudo apresenta também diferença na predominância dos grupos fitoplanctônicos, com as diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias nas amostras coletadas com rede, e dinoflagelados, euglenofíceas e diatomáceas nas amostras de garrafa.

As diatomáceas destacaram-se qualitativamente no estuário do rio Massangana, seguida dos dinoflagelados, cianobactérias, euglenofíceas, clorofíceas e silicoflagelados.

A grande disponibilidade de nutrientes e a salinidade elevada permitiram o desenvolvimento das diatomáceas, que constituem o grupo mais representativo e diversificado em regiões estuarinas, estando constituído principalmente por espécies litorais e eurialinas. A presença dessas espécies está condicionada ao fato de serem organismos característicos de ambientes eutróficos (KOENING; ESKINAZI-LEÇA; NEUMANN-LEITÃO, 2002; LASSEN et al., 2004; PROCOPIAK; FERNANDES; MOREIRA FILHO, 2006).

A predominância de diatomáceas tem sido registrada para a maioria dos estuários tropicais e subtropicais (BRANDINI, 1985; GIN; LIN; ZHANG, 2000; ÖRNÓLFSDÓTTIR; LUMSDEN; PINCKNEY, 2004; GAMEIRO et al., 2004), o que costuma ocorrer quando o fluxo marinho é mais acentuado (PATRICK, 1967), indicando a sua capacidade de se adaptar a águas não estratificadas, turbulentas e ricas em nutrientes, como observado por Pereira et al. (2010) no estuário do rio Caeté (Amazonas).

Nos estuários de Pernambuco, as diatomáceas contribuem com mais de 80% das espécies microfitoplanctônicas identificadas (KOENING; ESKINAZI-LEÇA; NEUMANN-LEITÃO, 2002; LACERDA et al., 2004; ROSEVEL DA SILVA et al., 2005; LEÃO et al., 2008; HONORATO DA SILVA et al., 2009; SANTIAGO et al., 2010a). No litoral amazônico estudos recentes mostram resultados similares, com as diatomáceas representando entre 84,4% (SOUSA et al., 2009) e 88,5% (SOUSA et al., 2008) das espécies identificadas.

As diatomáceas geralmente são abundantes e diversas em ecossistemas aquáticos, respondem rapidamente a mudanças nas condições ambientais e tem sido utilizadas mundialmente como indicadores de poluição orgânica e eutrofização (SALOMONI; TORGAN, 2008).

Os dinoflagelados foram o segundo grupo mais representativo na comunidade fitoplanctônica do estuário do rio Massangana, com 13,21% das espécies identificadas. De acordo com Santana et al. (2010), os dinoflagelados são os mais representativos das áreas costeiras e podem ser encontrados preferencialmente em águas oceânicas e entram nos estuários durante os períodos de alta salinidade (período de estiagem) que faz as condições favoráveis à sua sobrevivência. São considerados bons indicadores biológicos das massas d'água, responsáveis por grande parte da bioluminescência no mar e, algumas espécies, podem ocasionar florações nocivas, cuja amplitude e frequência têm reflexo direto sobre a saúde humana e atividade pesqueira (LICEA et al., 1995).

As cianobactérias representaram 7,55% da flora e de acordo com Eskinazi-Leça et al. (2001) apresentam baixa diversidade no plâncton de áreas costeiras oceânicas de Pernambuco, e a sua maioria é constituída por espécies de água doce que chegam as áreas costeiras trazidas pelas correntes de maré.

A densidade média dos organismos fitoplanctônicos no estuário do rio Massangana apresenta valores médios elevados durante o período de estiagem e nas preamares.

Quanto à variação quantitativa das espécies, os elevados valores estão associados aos florescimentos das espécies de dinoflagelado *Gymnodinium* sp (4280×10^3 cel.L⁻¹, em setembro/08, na preamar e ponto de coleta 2) e da euglenofícea *Eutreptiella* sp. (2715×10^3 cel.L⁻¹ em janeiro/09, na baixa-mar e ponto de coleta 2), que ocasionam a elevação dos valores de densidade contribuindo para que os grupos Dinophyta e Euglenophyta fossem considerados quantitativamente destaque na área de estudo. Diferentemente do observado para outros estuários pernambucanos onde ocorre o predomínio das diatomáceas e outros fitoflagelados (BARROS FRANCA; BATISTA, 1991; KOENING; ESKINAZI-LEÇA; NEUMANN-LEITÃO, 2002).

Uma floração é um fenômeno natural, comumente caracterizado pelo elevado crescimento de determinadas microalgas em um curto espaço de tempo, motivado

por um conjunto de condições favoráveis e que resultam em grandes abundâncias celulares na água.

De acordo com Boyer et al. (2009) as causas dos florescimentos fitoplanctônicos podem variar espacialmente e sazonalmente nos estuários. O aporte de água doce com os nutrientes associados é um fator que contribui para o início do florescimento no estuário.

Wood (1963) apud Steindinger (1973) observou que em estuários tropicais e subtropicais ou em baías, diferentes espécies de dinoflagelados apresentam “picos” sazonais característicos.

Os teores de sais nutrientes elevados são normalmente uma condição necessária para florescimentos, mas os fatores de perda, como herbivoria e parasitismo, também precisam ser considerados. Os florescimentos são possíveis quando “janelas” ou “lacunas” na herbivoria existem e o crescimento da população algal excede as perdas por herbivoria (MORAIS; CHÍCHARO; BARBOSA, 2003; STOECKER; THESEN; GUSTAFSON, 2008).

De acordo com Hallegraeff (2003), as microalgas nocivas aos organismos de ambientes marinhos podem causar danos distintos como: a depleção de oxigênio decorrente da decomposição da matéria orgânica morta gerada no final da floração; a mortalidade de organismos aquáticos através da liberação de substâncias prejudiciais na água; e a produção de ficotoxinas, que podem afetar os animais e intoxicar os seres humanos por ingestão de frutos do mar contaminados.

Mesmo nas condições de florescimento, o estuário do rio Massangana apresenta uma alta diversidade específica durante todo o período de estudo, o que evidencia uma heterogeneidade ambiental, com exceção do ponto de coleta 1 em setembro/08 (preamar) onde é observado um valor de 2,25 bits.cel⁻¹. Esse baixo valor de diversidade específica é devido ao número reduzido de espécies encontradas na subamostra analisada e não pela dominância de alguma espécie. Os valores de equitabilidade também foram altos indicando uma uniformidade na distribuição das espécies nas subamostras analisadas.

No estuário do rio Massangana as variações espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica, podem ser atribuídas às variáveis abióticas (precipitação pluviométrica, marés e salinidade), que promovem o desenvolvimento e a manutenção de alta diversidade específica e índices quantitativos semelhantes a outros estuários de Pernambuco.

7 CONCLUSÕES

- O fitoplâncton apresenta uma composição florística complexa e diversificada com 106 táxons, distribuídos em 62 gêneros pertencentes a seis classes;
- a dominância das diatomáceas confirma as condições eutróficas no ecossistema, que exige do fitoplâncton uma capacidade adaptativa a este tipo de ambiente turbulento e rico em nutrientes;
- o registro pontual de zona semi-poluída, indica o comprometimento da qualidade da água no estuário do rio Massangana que é minimizado pela ação das marés. Esta melhoria da qualidade da água com a entrada das preamares é um elemento extremamente favorável à redução da degradação ambiental da área de estudo;
- a variação dos teores de sais nutrientes da água é responsável pela alteração na população fitoplanctônica, refletindo nas oscilações da diversidade específica em consequência do desenvolvimento de espécies oportunistas de dinoflagelados (*Gymnodinium* sp) e euglenofíceas (*Eutreptiella* sp.);
- a heterogeneidade ambiental no estuário do rio Massangana é evidenciada pela presença de espécies de origens marinha, estuarina e dulciaquícola, e altos valores de diversidade específica;
- o estuário do rio Massangana apresenta caráter predominantemente eutrófico, suportando elevada biomassa fitoplanctônica;
- as oscilações sazonais aliadas a dinâmica de maré configuram como fatores determinantes na composição das espécies do fitoplâncton;
- a precipitação pluviométrica é o fator que condiciona alterações de parâmetros físico-químicos como a salinidade, material em suspensão, turbidez, sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato e fosfato) e clorofila *a*;
- o regime de marés exerce influência no presente estuário, através dos processos de mistura com a água do rio, aumentando a salinidade, transparência da água e concentrações de oxigênio dissolvido, permitindo o desenvolvimento e estabelecimento das espécies eurialinas;
- o estuário do rio Massangana é um ambiente eutrófico onde a precipitação pluviométrica e o regime de marés são parâmetros importantes, que condicionam e influenciam a composição florística, diversidade e distribuição dos parâmetros abióticos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. C.; HARTMANN, C.; ODEBRECHT, C. Nutrient-rich saltwater and its influence on the phytoplankton of the Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 40, p. 219-229, 1995.

ADOLF, J. E.; YEAGER, C. L.; MILLER, W. D.; MALLONEE, M. E.; HARDING JR, L. W. Environmental forcing of phytoplankton floral composition, biomass, and primary productivity in Chesapeake Bay, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v.67, p.108-122, 2006.

AIDAR, E.; GAETA, S. A.; GIANESELLA-GALVÃO, S. F.; KUTNER, M. B. B.; TEIXEIRA, C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.10, p. 9-43, 1993.

ALVES-COELHO, P.; BATISTA-LEITE, L. M. A.; SANTOS, M. A. C.; TORRES, M. F. A. O manguezal. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMMAN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org.). **Oceanografia – Um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. p. 642-688.

AMANCIO, F. C. **Interação entre fitoplâncton e parâmetros ambientais: subsídio na gestão ambiental marinha**. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) - Pró-Reitoria para Assunto de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. (Ed). **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE. 1971. p. 95-138.

ANDRADE, G. T. C.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MUNIZ, K. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Maracápe (Ipojuca, Pernambuco). In: CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S.; PASSAVANTE, J. Z. O. (Org.). **Ecologia Aquática Tropical**. Natal: SevGraf, 2004. p. 121-142.

ARAGÃO, J. O. R. Fundamentos de meteorologia e relação oceano atmosfera. [S.l.], o autor, 2000, 60p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – apresentação de citações em documentos**. NBR10520. Rio de Janeiro: ABNT, 2001a. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação**. NBR14724. Rio de Janeiro: ABNT, 2001b. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – referências – elaboração: procedimento**. NBR6023. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – numeração progressiva das seções de um documento – apresentação**. NBR6024. Rio de Janeiro: ABNT, 2003a. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – sumário – apresentação: procedimento**. NBR6027. Rio de Janeiro: ABNT, 2003b. 2 p.

AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.

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).

BARROS-FRANCA, L. M.; BATISTA, R. N. Distribuição horizontal e abundância relativa do

fitoplâncton no complexo estuarino lagunar de Suape – PE. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 1991. p. 97-113.

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.

BEZERRA JUNIOR, J. L.; DIAZ, X. G.; NEUMANN-LEITÃO, S. Diversidade de larvas de peixes das áreas internas e externas do Porto de Suape (Pernambuco-Brasil). **Tropical Oceanography** (Revista Online), Recife, v.39, n.1, p.1-13, 2011.

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.

BONECKER, A. C.; 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.

BORGES, G. C. P. **Características ambientais e da comunidade fitoplanctônica em área de influência portuária do Recife (Pernambuco-Brasil)**. Recife, 2008. 83 f. Monografia (Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce**: initiation à d systématique. 2. Ed. Paris: N. Boubée, 1972. 3 v. v. 1: Les algues Vertes.

BOYER, J. N.; KELBLE, C. R.; ORTNER, P. B.; RUDNICK, D. T. Phytoplankton bloom status: Chlorophyll a biomass as an indicator of water quality condition in the southern estuaries of Florida, USA. **Ecological indicators**, v.9S, P.S56-S67, 2009.

BRABO ALVES, J. M.; FERREIRA, F. F.; CAMPOS, J. N. B.; FILHO, F. A. S.; SOUZA, E. B.; DURAN, B. J.; SERVAIN, J.; STUDART, T. M. C. Mecanismos atmosféricos associados à ocorrência de precipitação intensa sobre o nordeste do Brasil em janeiro/2004. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 56-76, 2006.

BRANCO, E. S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil)**. 2001. 127 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

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.

BRANCO, E. S.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; NEUMANN-LEITÃO, S. Relação da composição microfitoplanctônica com fatores abióticos no estuário da Barra das Jangadas – (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco). In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 13., 2000, Itajaí. **Anais...** Itajaí: [s.n], 2000. P. 487-488.

BRANDINI, F. P. Seasonal d session of the phytoplankton in the bay of Paranaguá (Paraná State, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, [S.l.], v. 45, p. 687-694, 1985.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctologia na plataforma continental do Brasil**: diagnose e revisão bibliográfica. Rio de Janeiro: FEMAR, 1997. 196 p.

BRASIL. Ministério da Marinha. Tábua de marés – Porto de Suape, 2008. [S.l.]: DHN, 2008. Disponível em: <<http://www.dhn.mar.mil.br>>. acesso em: 05 de agosto, 2008.

CABRAL, A. L.; SASSI, R.; COSTA, C. F. Os estuários do nordeste do Brasil e o desenvolvimento sustentável: usos múltiplos e impactos. O estuário do rio Timbó como

um estudo de caso. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 199-206, 2005.

CAVALCANTI, L. B.; COELHO, P. A.; ESKINAZI-LEÇA, E. Et al. Condiciones ecnología en el área de Suape (Pernambuco-Brasil). In: SEMINARIO SOBRE EL ESTUDIO CIENTIFICO E IMPACTO HUMANO EN EL ECOSISTEMA DE MANGLARES, 1978, Cali. **Memorias ...** Montevideo: UNESCO, Oficina Regional de Ciências y ecnología para América Latina y el Caribe, 1980. P. 243-256.

CARMOUGE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**: Fundamentos teóricos, métodos de estudos e análises químicas. Edgard Blücher. FAPESP, São Paulo, 1994, 254p.

CHEN, M. S.; WARTEL, S.; ECK, B. V.; MALDEGEM, D. V. Suspended matter in the Scheldt estuary. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v.540, p.79-104, 2005.

CHRÉTIENNOT-DINET, M. J.; BILARD, C.; SOURNIA, A Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Euglenophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées et Tribophycées. In: SOURNIA, A (Dir.). **Atlas du phytoplankton marin**. Paris: Editions du Centre National Recherche Scientifique, 1990. 261 p. V. 3.

CLEVE-EULER, A. **Die diatomeen von Schweden und Finland**. Stockholm: Almqvist und Wikksells Boktryckert, 1951. 163 p. (Kungl. Suenska Vetenskapsakademiens Handlingar Fjáide Serien, v. 2, n. 1).

CLEVE-EULER, A. **Die diatomeen von Schweden und Finland**. Stockholm: Almqvist und Wikksells Boktryckert, 1952. 153 p. (Kungl. Suenska Vetenskapsakademiens Handlingar Fjáide Serien, v. 4, n. 5).

CLEVE-EULER, A. **Die diatomeen von Schweden und Finland**. Stockholm: Almqvist und Wikksells Boktryckert, 1953a. 297 p. (Kungl. Suenska Vetenskapsakademiens Handlingar Fjáide Serien, v. 4, n. 1).

CLEVE-EULER, A. **Die diatomeen von Schweden und Finland**. Stockholm: Almqvist und Wikksells Boktryckert, 1953b. 255 p. (Kungl. Suenska Vetenskapsakademiens Handlingar Fjáide Serien, v. 4, n. 5).

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO E DE ADMINISTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). **Diagnóstico Sócio-Ambiental & ZEEC – Zoneamento Ecológico – Econômico Costeiro Litoral Sul de Pernambuco**. Recife: [s.n.], 2001. 156 p.

CUPP, E. E. **Marine plankton diatoms of the west coast of North America**. Los Angeles: University of California, 1943. 237 p.

DAY JR, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. Estuarine phytoplankton. In: DAY JR, J. W.; HALL, C. A. J.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine ecology**. New York : J. Wiley, 1989. 556 p.

DESIKACHARY, T. V. **Cyanophyta**. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1959. 686 p. (I. C. A. R. Monographs on Algae).

DODGE, J. D. **Marine dinoflagellates of Bristish Isles**. London: Her Majesty's Stationary Office, 1982. 303 p.

EDLER, L. I on methods for marine biological studies in the Baltic Sea : phytoplankton and chlorophyll. **The Baltic Marine Biologists**, Lund, n. 5, p. 1-38, 1979.

ESKINAZI, E. Estudo da Barra das Jangadas. Parte IV. Distribuição das diatomáceas. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 7/8, p. 17-32, 1967.

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudo ecológico do fitoplâncton na plataforma de Pernambuco. In ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Resumos...** Recife:

EDUFPE, 1991. P. 54.

ESKINAZI, E.; SATÔ, S. Contribuição das diatomáceas da praia de Piedade (Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 5/6, p. 73-114, 1963/1964.

ESKINAZI-LEÇA E.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Variação espacial e temporal do fitoplâncton na Plataforma Continental de Pernambuco – Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 25, p. 1-16, 1997.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M. L. Distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) na área de Suape (Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográfico**, Recife, v. 19, p. 73-100, 1985/86.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. p. 353-373. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEWMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org.). **Oceanografia – um cenário tropical**. Recife: Edições Bagaço, 2004.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L. Microalgas marinhas do Estado de Pernambuco. p. 69-79. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (Ed). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: SECTMA/Massangana, 2001.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1998. 602 p.

FARRAPEIRA, C. M. R.; RAMOS, C. A. C.; BARBOSA, D. F.; MELO, A. V. O. M.; PINTO, S. L.; VERÇOSA, M. M.; OLIVEIRA, D. A. S.; FRANCISCO, J. A. Zonación vertical de sustratos sólidos del estuário del río Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v.9, n.1, p.087-100, 2009.

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. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton na bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 21, p. 33-46, 1990.

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, 1991/93.

FERRARIO, M., SARS, E., SALA, S. Metodologia básica para El estudio Del fitoplâncton com especial referencia a lãs diatomeas. In: ALVEAR, K.; FERRARIO, M.; OLIVEIRA FILHO, E., C., SARS, E. (Eds.). **Manual de métodos ficológicos**. Chile: Universidad de Concepción, 1995. P. 1-24.

FERREIRA, L. C.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; SANTIAGO, M. F.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N. Condições ambientais de Brasília Formosa, Recife-Pernambuco, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 3. 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CBO, 2008.

FERREIRA, L. C.; SILVA CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F.; KOENING, M. L.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, T. A. Fitoplâncton en playa urbana como un bioindicador de la calidad ambiental, Pernambuco, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIAS DEL MAR (COLACMAR), 2009, Cuba. **Anais....** Cuba: [s.n], 2009.

FERREIRA, L. C.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; FEITOSA, F. A. N.; SANTIAGO, M. F.; MUNIZ, K. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 214-224, 2010^a.

FERREIRA, L. C.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; BORGES, G. C. P.; LIMA, J. C.; FEITOSA, F.

- A. N.; KOENING, M. L.; MUNIZ, K. Composição do fitoplâncton e condições ambientais na praia de Piedade, Pernambuco, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FICOLOGIA, 13. 2010, Anais... Paraty (RJ): SBF, 2010b.
- FONSECA, R. S.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MARANHÃO, G. B.; MUNIZ, K. Ecossistema recifal da praia de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco): biomassa fitoplanctônica e hidrologia. **Boletim Técnico e Científico**, Tamandaré, v. 10, n. 1, p. 9-35, 2002.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. 3. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 62 p.
- GAGO, J.; ALVAREZ-SALGADO, X. A.; NIETO-CID, M.; BREA, S.; PIEDRACOBIA, S. Continental inputs of C, N, P and Si species to the Ría de Vigo (NW Spain). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 65, p. 74-82, 2005.
- GALVÃO, I. B. **Estudo das populações microfitoplanctônicas da região sul de Tamandaré, PE, Brasil**. 1996. 110 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.
- GAMEIRO, C.; CARTAXANA, P.; CABRITA, M. T.; BROTAS, V. Variability in chlorophyll and phytoplankton composition in a estuarine system. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 525, p. 113-124, 2004.
- GAYOSO, A. M. Long-term phytoplankton studies in the Bahía Blanca estuary, Argentina. **Journal of Marine Science**, [S.l.], v. 55, p. 655–660, 1998.
- GIN, K. Y. H.; LIN, X.; ZHANG, S. Dynamics and size structure of phytoplankton in the coastal waters of Singapore. **Journal of Plankton Research**, Londres, v. 22, p. 1465-1484, 2000.
- GÓMEZ, F.; MOREIRA, D.; LÓPEZ-GARCÍA, P. *Neoceratium* gen. nov., a New Genus for All Marine Species Currently Assigned to *Ceratium* (Dinophyceae). <http://www.elsevier.de/protis>, 2009.
- GRASSHOFF, F. K.; ENRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2. Ed. Nova Iorque: Verlag Chemie, 1983. 419 p.
- GREGO, C. K. S. **Estrutura e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ariquindá, Tamandaré, Pernambuco, Brasil**. 2010. 148 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2010.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO DA SILVA, M.; SILVA CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO FILHO, G. A. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, Rio Grande, v. 31, n. 2, p. 183-198, 2009.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO DA SILVA, M.; FLORES MONTES, M. 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.
- HALLEGRAEFF, G. M.; Harmful Algal Blooms: a global overview. In: HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. (Ed.). **Manual on harmful marine microalgae** – Monographs on oceanographic methodology 11. Paris: UNESCO, 2003. P.25-50.
- HASLE, G. R. The current status of the diatom genus *Coscinodiscus* Ehrenberg 1839. **Bot. Mus. Rapp.**, Oslo, v. 33, p. 27-32, 1983.
- HASLE, G.R. The inverted-microscope methods. In: Sournia, A. (Ed.). **Phytoplankton manual**. Paris : UNESCO, 1978. p. 88-96.
- HASLE, G. R.; SYVERTSEN, E. E. Marine Diatoms. In: Tomas, C. R. **Identifying marine phytoplankton**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 5-386.
- HENDEY, N. I. **An introductory account of the smaller algae of British coastal water**.

London: Fishery Investigations, 1964. 90 f. (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food; Fishery Investigations Series IV; pt. 4: Bacillariophyceae – Diatoms).

HEURCK, H. van. **A treatise on the diatomaceae**. London: Willian Wesley, 1986. 559 p.

HOEK, C.; MANN, D. G.; JAHNS, H. M. **Algae**: an introduction to phycology. London: Cambridge University Press, 623 p., 1995.

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. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil)**. Tese de Doutorado em Oceanografia. Recife: O Autor, 2009.170 folhas.

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.

HUANG, L.; JIAN, W.; SONG, X.; HUANG, X.; LIU, S.; QIAN, P.; YIN, K.; WU, M. Species diversity and distribution for the phytoplankton of the Pearl River estuary during rainy and dry seasons. **Marine Pollution Bulletin**, [S.l.], v. 49, p. 588-596, 2004.

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete**. Leipzig: Akademische verlagsgesellschaft, 1930. 920 p. (Kriptogamen-Flora von Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, v. 7, pt. 1).

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen. Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geesr & Portig K-G. 1959. 920 p. (L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, v. 7, pt. 2, n. 1-6).

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen. Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geesr & Portig K-G. 1961-1966. 920 p. (L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, v. 7, pt. 3, n. 1-4).

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO. CONDEPE. Caracterização do complexo estuarino-lagunar da área de Suape (Pernambuco-Brasil): **Síntese ecológica**. Recife: CONDEPE, 1983. v. 1.

JAMES, B. K.; ADEJARE, L. I. Nutrients and phytoplankton production dynamics of a tropical harbor in relation to water quality indices. **Journal of American Science**, [S.l.], v. 6, n. 9, p. 261-275, 2010.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Aspectos quantitativos do fitoplâncton na área estuarina de Suape (Pernambuco). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 1991. P. 55-60.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; CARVALHO, F. A. T. Análise ecológica da diatomoflora do estuário do rio Ipojuca. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 24, p. 61-77, 1996.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITAO, S. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil). **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 407-420, 2002.

KOENING, M. L.; MACÊDO, S. J de, COSTA, R. A. A. M. Estudo quantitativo do fitoplâncton do estuário do rio Massangana – Suape-PE. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 19., 1995, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1995. P. 131.

LACERDA, S. R. **Série temporal do fitoplâncton no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil)**. 2004. 196 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá-Pernambuco-Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.

LANGE, C. B. ; HASLE, G. R.; SYVERSTEN, E. E. Seasonal cycle of diatoms in the Skagerrak, North Atlantic, with emphasis on the period 1980-1990. **Sarcia**, Oslo, v. 77, p. 173-187, 1992.

LASSEN, M. F.; BRAMM, M. E.; RICHARDSON, K.; YUSOFF, F.; SHARIFF, M. Phytoplankton community composition and size distribution in the Langat River Estuary, Malaysia. **Estuaries**, [S.l.], v. 27, n. 4, p. 716-727, 2004.

LEÃO, B. M. **Fitoplâncton da praia de Piedade (Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil)**: Taxonomia, biomassa e ecologia. 2002. 37 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 711-722, 2008.

LEE, R. E. **Phycology**. 4 ed. Cambridge University Press, 2008.

LEPS, I.; STRASKRABA, M. DESORTOVA, B., PROCHÁZKOVÁ, L. Annual cycles of plankton species composition and physical chemical conditions in Slapy Reservoir detected by multivariate statistics. **Arch. Hydrobiol. Beith. Ergebn. Limnol.**, [S.l.], v. 33, p. 933, 1990.

LICEA, L.; MORENO, J. L.; SANTOYO, H.; FIGUEROA, G. **Dinoflagelados del Golfo de California**. [S.l.]: Universidad Autonoma de Baja California Sur, 1995.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biología Marina**, Valparaíso, n. 22, p. 1-29, 1986.

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. 1-29, 2003.

LOSADA, A. P. M. **Biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos nos estuários dos Rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré (Pernambuco-Brasil)**. 2000. 88f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MACEDO, 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.

MACEDO, S. J.; FLORES MONTES, M. J.; MUNIZ, K.; LINS, I. C. Aspectos hidrológicos da área estuarina do Complexo Industrial de Suape, Pernambuco, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO SOBRE CIENCIAS DEL MAR. 9. San Andrés Isla, 2001. **Anais...** San Andrés Isla: [s.n]. 2001.

MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L. **Áreas estuarinas do estado de Pernambuco**. Recife: CPRH, 1987, 350p.

MAFALDA JR, P. O.; SINQUE, C.; BRITO, R. B. C.; SANTOS, J. J. Biomassa planctônica, hidrografia e pluviosidade na costa norte da Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v.32, n.2, p.161-172, 2004.

MAIA, P. R. **Composição e densidade fitoplanctônica na bacia do Pina, Recife-PE**. 1995. 135 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1995.

MAIA, P. R.; KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Densidade fitoplanctônica na bacia do Pina (Recife – PE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45., 1993, Recife. **Anais... (Comunicações)...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1993. p. 683.

MASSON, D.; PEÑA, A. Chlorophyll distribution in a temperate estuary: The Strait of Georgia and Juan de Fuca Strait. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v.82, p.19-28, 2009.

MELO, U.; SUMMERHAYES, C. P.; TORNER, L. G. Metodologia para o estudo do material em suspensão na água do mar. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3/4, p. 115-127, 1975.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; MEDEIROS, P. R. P.; LIRA, M. C. A.; KOENING, M. L.; MOURA, A. N. Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 271-280, 2009.

MORAIS, P.; CHÍCHARO, M. A.; BARBOSA, A. Phytoplankton dynamics in a coastal saline lake (SE-Portugal). **Acta Oecologica**, [S.l.], v.24, p. S87-S96, 2003.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das Diatomáceas (Chrysophyta – Bacillariophyceae) marinha e estuarinas nos Estados do 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.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biologia Brasileira**, [S.l.], v. 6, n. 1-2, p. 87-110, 1994/1995.

MOREIRA-FILHO H.; VALENTE-MOREIRA I. M.; SOUZA-MOSIMANN R. M.; CUNHA, J. A. Avaliação florística e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta- Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Estudos Biológicos**. [S.l.], v. 25, p. 5-48, 1990.

MOURA, R. T. de. **Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na Baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil**. 1991. 290 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

MOURA, R. T.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica da Baía de Tamandaré, Rio Formoso – Pernambuco, Brasil **Trabalhos Oceanográficos**, Recife: v. 23, p. 1-16, 1994/95.

MUYLAERT, K; SABBE, K.; VYVERMAN, W. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 82, p. 335–340, 2009.

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 Tejió (Recife, Pernambuco, Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 31, n. 2, p. 149-169, 2003.

NEUMANN-LEITAO, S.; PARANAGUÁ, M. N.; VALENTIN, J. L. The planktonic rotifers of the estuarine lagunar complex of Suape (Pernambuco, Brazil). **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 232, p. 133-143, 1992.

NEWELL, G. H.; NEWELL, R. **Marine plankton: a practical guide**. London: Hutchinson Educat, 1963. 221 p.

NORIEGA, C. E. D.; MUNIZ, K.; 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). **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 38, p. 5-18, 2005.

NORIEGA, C. E.; MUNIZ, K.; FLORES MONTES, M. J.; MACÊDO, S. J.; ARAÚJO, M.; FEITOSA, F. A. ; LACERDA, S. R. Series temporales de variables hidrobiológicas en un estuário tropical (Brasil). **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v.44, n.1, p.93-108, 2009.

ÖRNÓLFSDÓTTIR, E. B.; LUMSDEN, E.; PINCKNEY, J. L. Nutrient pulsing as a regulator of phytoplankton abundance and community composition in Galveston Bay, Texas. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [S.l.], v. 303, p. 197-220, 2004.

OTTMANN, F.; OKUDA, T.; CAVALCANTI, L.; SILVA, O. C.; ARAÚJO, J. V. A.; COELHO, P. A.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. Estudo da Barra das Jangadas. Parte V – Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 7/8, p. 7-16, 1967.

PAERL, H. W.; ROSSIGNOL, H. L.; HALL, S. N.; PEIRLS, B. L.; WETZ, M. S. Phytoplankton community indicators of short- and long-term ecological change in the anthropogenically and climatically impacted Neuse River Estuary, North Carolina, USA. **Estuaries and Coasts**, [S.l.], v.33, p.485-497, 2010.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E. Variação da densidade (células/litro) do fitoplâncton da baía do Guajará (Pará-Brasil). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 1991. p. 123-138.

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 de Guarajá 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.

PARRA, O. O.; GONZALEZ, M.; DELLAROSSA, V.; RIVERA, P.; ORELLANA, M. **Manual taxonômico del fitoplancton de águas continentales con 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 ascertaining chlorophyll a and carotenoids. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 21, n. 3, p. 155-163, 1963.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Produção primária do fitoplâncton da plataforma continental de Pernambuco (Brasil): área de Piedade. **Boletim Técnico-Científico**, Tamandaré, v. 3, n. 1, 7-22, 1995.

PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA, T. L.; FIGUEIREDO, L. G. P. Variação diurna da biomassa fitoplanctônica ocorrente na zona de surf da praia de Candeias, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3. 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CBO, 2008.

PASSAVANTE, J. Z. O.; GOMES, N. A.; ESKINAZI-LEÇA, E.; FEITOSA, F. A. N. Variação

da clorofila e do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v.20, p.145-154, 1987/1989.

PATRICK, R. Diatoms communities in estuaries. In LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science. 1967. P. 311-315.

PÉRAGALLO, H.; PÉRAGALLO, M. **Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins**. Paris: M. J. Tempère, 1897-1908. 491 p.

PEREIRA-FILHO, J.; SCHETTINI, C.A.F.; RÖRIG, L.; SIEGLE, E. Intratidal variation and net transport of dissolved inorganic nutrients, POC and chlorophyll a in the Camboriú River Estuary, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v.53, p.249-257, 2001.

PEREIRA FILHO, J.; SPILLERE, L. C.; SCHETTINI, C. A. F. Dinâmica de nutrientes na região portuária do estuário do rio Itajaí-Açu, SC. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 11-20, 2003.

PEREIRA, L. C. C.; MONTEIRO, M. C.; GUIMARÃES, D. O.; MATOS, J. B.; COSTA, R. M. Seasonal effects of wastewater on the water quality of the Caeté River Estuary, Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 82, n. 2, p. 467-478, 2010.

PERSICH, G.; 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.; NEUMMAN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A. P.; PORTO-NETO, F. F. Comunidade zooplânctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, Recife, v. 4, n. 1, p. 80-94, 2009.

PHILIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the India River Lagoon, Florida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 55, p. 385-402, 2002.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: Wiley, 1967. 385 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 do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**, São Carlos, v. 6, p. 1-28, 2006.

PROENÇA, L. A.; FERNANDES, L. F. Introdução de microalgas no ambiente marinho: Impactos negativos e fatores controladores. In: VIANNA da SILVA, J. S.; LUZ de SOUZA, R. C. C. (Orgs). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciências, 2004. Cap.7, p.77-97.

QIAN, Y.; JOCHENS, A. E.; KENNICUTT, M. C.; BIGGS, D. C. Spatial and temporal variability of phytoplankton biomass and community structure over the continental margin of the northeast Gulf of Mexico based on pigment analysis. **Continental Shelf Research**, [S.l.], v.23, p.1-17, 2003.

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.

RAPÔSO, L. A. B. **Variação diurna do plâncton na Baía de Tamandaré – Pernambuco – Brasil**. 1979. 51 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco.

RESURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE J. Z. O.; MACÊDO, S. J. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): Variação da biomassa fitoplanctônica (08° 03'38 Lat.S., 34° 42'28 3° 52'00 Long. W. **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 24, p.39-59, 1996.

RICARD, M. Diatomophyceés. In: SOURNIA, A. **Atlas du cosystem ton marin**. Paris: CNRS, 1987. 297 p. v. 2.

ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hierarclical structure in randon data sets. **Systematical zoology**, [S.l.], v. 17, p. 107-412, 1968.

ROSEVEL DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, nordeste do Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 163-181, 2005.

ROSEVEL DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. Da G. G.; FEITOSA, F. A. N. Distribuição da flora planctônica na confluência estuarina dos rios Ilhetas e Mamucaba, relacionada com algumas variáveis ambientais (Tamandaré, Pernambuco, Brasil). In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 4., 2004^a, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2004^a. CD-ROM.

ROSEVEL SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N. Diversidade e riqueza de espécies da flora planctônica na Baía de Tamandaré, Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, suplemento 2, 2004b.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms biology e morphology of the genera**. Cambridge: University Press, 1992. 747 p.

SALOMONI, S. E.; TORGAN, L. C. Epilithic diatoms as organic contamination degree indicators in Guaíba Lake, Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasilica**, [S.l.], v. 20, n. 4, p. 313-324, 2008.

SANTANA, D. S.; PAIVA, R. S.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Microphytoplankton of the Marapanim estuary (Pará, Northern Brazil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 38, n. 2, p. 161-172, 2010.

SANTIAGO, M. F. **Dinâmica e interações das comunidades planctônicas na bacia portuária do Recife (Pernambuco-Brasil)**. Tese de Doutorado em Oceanografia. Recife: O Autor, 2010. 217 folhas.

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, p. 189- 205, 2010a.

SANTIAGO, M. F.; SILVA, M. H.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; BORGES, G. C. P.; LIMA, J. C.; LIMA, E. P.; MENDEZ, U. Â. Avaliação qualitativa do fitoplâncton em ambiente aquático marinho com influência do porto de Suape, Nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 4. 2010, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande, CBO, 2010b.

SANTOS, D. H. C.; PASSAVANTE, J. Z. O.; BARROS, D. C. P. Biomassa fitoplanctônica na praia de Candeias, Pernambuco (Brasil): a construção de um quebra-mar como agente transformador. **Boletim Técnico Científico**, Tamandaré, v. 15, n. 1, p. 21-29, 2007.

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, 2009.

SATÔ, S.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. On the cosystem of red tide of *Trichodesmium* in Recife Northeastern Brazil, with some considerations of the relation to the human disease, "Tamandaré fever". **Trabalho do Instituto Oceanográfico**, Recife, v. 5/6,

p.7-49, 1963/1964.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; COELHO JUNIOR, C.; TOGNELLA-DE-ROSA, M. **Manguezais**. Série Investigando. Editora Ática. 2002. 56p.

SCHARLER, U.M., BAIRD, D. The effects of a single freshwater release into the Kromme Estuary. 1: General description of the study area and Physico-chemical responses. **Water SA**, [S.l.], v.26, n.3. p.291-300, 2000.

SCHMIDT, I. The importance of phytoplankton biomass as an ecosystem parameter in shallow bays of the Baltic. I. Relationships between biomass and system characteristics. **Limnologia**, [S.l.], v. 29, p. 301-307, 1999.

SHANNON, L. E. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Tecnology Journal**, [S.l.], v. 27, p. 379-423, 1948.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1990. 318 p.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES MONTES, M. J. Efeito da salinidade na estrutura de populações de microalgas planctônicas em ecossistema estuarino de Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, n.2, p.36-44, 2004.

SILVA, A. P.; NEUMANN-LEITÃO, N.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. de P.; SILVA, T. A. Mesozooplankton of an Impacted Bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Techonology**, Curitiba, v.47, n.3, p. 485-493, 2004.

SOURNIA, A. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le canal Mozambique: contribution a une révision mondiale. **Biologie Marine**, Paris, n. 2/3, p. 375-499, 1967. (Vie et Milieu, serie A).

SOURNIA, A. **Atlas du phytoplankton marine**: introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1986. 220 p. v. 1.

SOUSA, E. B.; COSTA, V. B.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 626-636, 2008.

SOUSA, E. B.; COSTA, V. B.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil). **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 1084-1095, 2009.

SOUZA, M. F. L.; EÇA, G. F.; SILVA, M. A. M.; AMORIM, F. A. C.; LÔBO, I. P. Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila a no estuário do rio Cachoeira, nordeste do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 31, n. 1, p. 107-121, 2009.

SOUZA, M. M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape-PE após a construção do porto. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2001.

STAATS, N.; DECKERE, E.; KORNMAN, B.; LEE, W. van der; JUMAAT, 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.

STEINDINGER, K. A.; TANGEN, K. Dinoflagellates. In: Tomas, C. R. (Ed.). **Identifying marine diatoms and dinoflagellates**. San Diego: Academic, 1997. 596 p. Cap. 3. p. 387-598.

STEINDINGER K. Phytoplankton ecology: A conceptual review basic on eastern Gulf of Mexico. **Research Critical Reviews in Microbiology**, [S.l.] v.3, n.1, p.49-63, 1973.

STOECKER, D. K.; THESSSEN, A. E.; GUSTAFSON, D. E. 'Windows of opportunity' for dinoflagellate blooms: Reduced microzooplankton net growth coupled to eutrophication. **Harmful Algae**, [S.l.] v.8, p.158-166, 2008.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 - 205, 1972.

TALLBERG, P.; HEISKMAN, A. S. Species-specific phytoplankton sedimentation in relation to primary production along an inshore-offshore gradient in the Baltic Sea. **Journal of Plankton Research**, v.20, n.11, p.2053-2070, 1998.

TORGAN, L. C.; BIANCAMANO, M. I. Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de 1973-1990. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 1, p. 5-196, 1991. (Série Botânica).

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meet from 4 to 6 june 1964, Paris: s.n., 1966. 69 p. (Monographys on Oceanology Methodology).

UNESCO. **International Oceanographic Table**. Wormly: Optichrome, 1973. 141 p. v. 2.

VALENTIN, J. L.; SILVA, N. M. L.; TENENBAUM, D. R.; SEIVA, N. L. A Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica**, Pontal do sul, v. 6, n. ½, p. 7-26, 1991.

VALIELA, I. **Marine ecological processes**. New York, Springer- Verlag, 1995.

VASCONCELOS FILHO, A. L.; GUEDES, D. S.; GUIMARÃES SOBRINHO, D. Taxonomia e ecologia da fauna ictiológica da área de Suape (Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v. 21, p. 305-343, 1990.

WOOD, E. J. F. **Dinoflagellates in the Australian region**. III. 1963, p.55 (Recent Collections Division of Fisheries and Oceanography Technical Paper, 14).

WOOD, E. J. F. **Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacents areas**. Florida: University of Miami Press, 1968. 143p.

YUNG, Y. -K.; WONG, C. K.; YAU, K.; QIAN, P. Y. Long-term changes in water quality and phytoplankton characteristics in Port Shelter, Hong Kong, from 1988-1998. **Marine Pollution Bulletin**, [S.l.], v. 42, n.10, p. 981-992, 2001.

YUNG, Y.-K.; WONG, C. K.; BROOM, M. J.; OGDEN, J. A.; CHAN, S. C. M.; LEUNG, Y. Long-term changes in hydrography, nutrients and phytoplankton in Tolo Harbour, Hong Kong. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 352, p. 107-115, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Sinopse dos táxons do fitoplâncton identificados no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil). Continua.

CYANOBACTERIA

CYANOPHYCEAE

CHROOCOCCALES

Merismopedia punctata Meyer

Chroococcus sp

OSCILLATORIALES

Spirulina major Kutzing ex Gomont

Oscillatoria princeps Vancher &

Gomont

Oscillatoria sp

Lyngbya sp

NOSTOCALES

Anabaena spiroides Klebahn

Anabaena sp

EUGLENOPHYTA

EUGLENOPHYCEAE

EUGLENALES

Eutreptiella sp.

Lepocinclis ovum (Ehrenberg)

Lemermman

Phacus acuminatus Stokes

Phacus curvicauda Svirenko

DINOPHYTA

DINOPHYCEAE

PROROCENTRALES

Prorocentrum micans Ehrenberg

GYMNODINIALES

Gymnodinium sp

PERIDINIALES

Pyrophacus hologium Stein

Pyrophacus steinii (Schiller) Wall &

Dale

Neoceratium extensum (Gourret) F.

Gomez, D. Moreira et P. Lopez-Garcia

Neoceratium furca (Ehrenberg) F.

Gomez, D. Moreira et P. Lopez-Garcia

Neoceratium teres (Kofoid) F. Gomez,

D. Moreira et P. Lopez-Garcia

Neoceratium trichoceros (Ehrenberg)

F. Gomez, D. Moreira et P. Lopez-Garcia

Neoceratium tripos (O.F. Müller) F.

Gomez, D. Moreira et P. Lopez-Garcia

Neoceratium sp

Protoperidinium granii (Ostenfeld)

Balech

PERIDINIALES

Protoperidinium steinii (Jorgensen)

Balech

Protoperidinium oblongum (Aurivillius)

Parke & Dodge

Protoperidinium sp

HETEROKONTOPHYTA

BACILLARIOPHYCEAE

BIDDULPHIALES

Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg)

Cleve

Thalassiosira leptopus (Grunow ex

Van Heurck) Hasle & G. Fryxell

Melosira dubia Kützing

Melosira moniliformis (Müller) Agardh

Melosira sp

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve

Coscinodiscus centralis Ehrenberg

Coscinodiscus sp

Triceratium pentacrinus Ehrenberg

Odontella aurita (Lyngbye) Agardh

Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow

Cerataulus turgidus Ehrenberg

Biddulphia tridens Ehrenberg

Terpsinoe musica Ehrenberg

Isthmia enervis Ehrenberg

Hemiaulus membranaceus Cleve

Hemiaulus sinensis Greville

Bellerochea malleus (Brightwell) van

Heurck

Helicotheca tamesis Shrubsole

(Ricard)

Corethron hystrix Hensen

Rhizosolenia setigera Brightwell

Rhizosolenia sp

Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle

Pseudosolenia calcaravis (Schultze)

Sundström

Chaetoceros affinis Lauder

Chaetoceros brevis Schütt

Chaetoceros coarctatus Lauder

Chaetoceros curvisetus Cleve

Chaetoceros lorenzianus Grunow

Chaetoceros mitra (Bailey) Cleve

Chaetoceros teres Cleve

Chaetoceros sp

APÊNDICE A: Sinopse dos táxons do fitoplâncton identificados no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil). Continuação.

HETEROKONTOPHYTA

BACILLARIOPHYCEAE

BIDDULPHIALES

Leptocylindrus danicus Cleve
Dimerogramma marinum (Gregory) Ralfs
Fragilaria capuccina Desmazières
Fragilaria sp
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round
Podocystis adriatica (Kützing) Ralfs
Licmophora abbreviata Agardh
Licmophora sp
Thalassionema nitzschioides Grunow
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing
Grammatophora oceanica Ehrenberg
Climacosphenia moniligera (Lyngbye) Kützing.

BACILLARIALES

Lyrella lyra (Ehrenberg) Karayeva
Petroneis humerosa (Brébisson ex W. Smith) A.J. Stickle & D.G. Mann
Mastogloia splendida (Gregory) Cleve
Achnanthes longipes Agardh
Diploneis bombus (Ehrenberg) Cleve
Navicula fortis (Gregory) Ralfs ex Pritchard
Navicula sp
Pleurosigma angulatum W. Smith
Pleurosigma sp
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Cleve
Gyrosigma sp
Tropidoneis lepidoptera (Gregory) Cleve
Amphora marina W. Smith

BACILLARIALES

Amphora sp
Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey
Nitzschia longissima (Brébisson) Grunow
Pseudonitzschia seriata (Cleve) H. Peragallo
Nitzschia sigma (Kützing) Wm. Smith
Nitzschia tryblionella Hantzsch
Nitzschia sp
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reiman Lewis
Pseudonitzschia pungens Grunow
Pseudonitzschia sp
Entomoneis paludosa (Smith) Reimer
Amphiprora pulchra Bailey
Entomoneis alata Ehrenberg
Entomoneis alata var *pulchra* (Bailey) Cleve
Surirella elongata (Pantocsek) L. Crosby & E.J.F. Wood
Surirella fastuosa (Ehrenberg) Kützing
Surirella febigerii Lewis
Surirella sp
Campylodiscus clypeus (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing
Campylodiscus fastuosus Ehrenberg
Campylodiscus sp
HETEROKONTOPHYTA
DICTYOCOPHYCEAE
DICTYOCALLES
Dictyocha fibula Ehrenberg
CHLOROPHYTA
CHLOROPHYCEAE
Scenedesmus quadricauda Turpin

APÊNDICE B: Frequência de ocorrência dos táxons identificados no estuário do rio Massangana (Pernambuco-Brasil), na baixa-mar e preamar durante o período de estiagem e chuvoso.

CATEGORIA	NÚMERO DE ESPÉCIES	%	ESPÉCIES
MUITO FREQUENTE	2	2,04	Heterokontophyta (Bacillariophyceae): <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Surirella fastuosa</i>
FREQUENTE	14	14,29	Cyanobacteria: <i>Oscillatoria princeps</i> Dinophyta: <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium</i> sp Heterokontophyta (Bacillariophyceae): <i>Amphora</i> sp, <i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Coscinodiscus</i> sp, <i>Diploneis bombus</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Lyrella lyra</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Navicula</i> sp, <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Pleurosigma angulatum</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i>
POUCO FREQUENTE	30	30,61	Cyanobacteria: <i>Oscillatoria</i> sp Dinophyta: <i>Gymnodinium</i> sp, <i>Pyrophacus holrogium</i> Heterokontophyta (Bacillariophyceae): <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros mitra</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Chaetoceros</i> sp, <i>Climacosphenia moniliger</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Fragilaria capuccina</i> , <i>Fragilaria</i> sp, <i>Grammatophora marina</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Helicotheca tamensis</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Licmophora</i> sp, <i>Pseudonitzschia seriata</i> , <i>Nitzschia</i> sp, <i>Paralia sulcata</i> , <i>Petroneis humerosa</i> , <i>Pleurosigma</i> sp, <i>Pseudosolenia calcaravis</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i>
ESPORÁDICA	52	53,06	Cyanobacteria: <i>Anabaena</i> sp, <i>Lyngbya</i> sp, <i>Merismopedia punctata</i> , <i>Spirulina major</i> Dinophyta: <i>Neoceratium extensum</i> , <i>Neoceratium furca</i> , <i>Neoceratium teres</i> , <i>Neoceratium trichoceros</i> , <i>Neoceratium tripos</i> , <i>Pyrophacus steinii</i> , <i>Protoperidinium granii</i> , <i>Protoperidinium oblongum</i> , <i>Protoperidinium steinii</i> Heterokontophyta (Bacillariophyceae): <i>Achnanthes longipes</i> , <i>Amphiprora paludosa</i> , <i>Amphiprora pulchra</i> , <i>Amphora marina</i> , <i>Belleriochea malleus</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Campylodiscus</i> sp, <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Corethron hystrix</i> , <i>Dimerogramma marinum</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Entomoneis alata</i> var. <i>pulchra</i> , <i>Gyrosigma</i> sp, <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Hemiaulus membranaceus</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Mastogloia splendida</i> , <i>Melosira</i> sp, <i>Navicula fortis</i> , <i>Nitzschia tryblionella</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Surirella elongata</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Surirella</i> sp, <i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Tropidoneis lepdoptera</i> Euglenophyta: <i>Eutreptiella</i> sp., <i>Lepocinclis ovum</i> , <i>Phacus acuminatus</i> , <i>Phacus curvicauda</i> Chlorophyta: <i>Scenedesmus quadricauda</i> Heterokontophyta (Dictyochophyceae): <i>Dictyocha fibula</i>

