

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

**PARÂMETROS HIDROLÓGICOS CORRELACIONADOS
COM A BIOMASSA E COMPOSIÇÃO FITOPLANCTÔNICA
NA REGIÃO COSTEIRA ADJACENTE À DESEMBOCADURA
DO RIO SIRINHAÉM (PERNAMBUCO – BRASIL).**

MARCUS VINICIUS LOURENÇO DE MELLO

RECIFE

2009

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

**PARÂMETROS HIDROLÓGICOS CORRELACIONADOS
COM A BIOMASSA E COMPOSIÇÃO FITOPLANCTÔNICA
NA REGIÃO COSTEIRA ADJACENTE À DESEMBOLADURA
DO RIO SIRINHAÉM (PERNAMBUCO – BRASIL).**

MARCUS VINICIUS LOURENÇO DE MELLO

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

Orientadora:

Profª Drª Kátia Muniz

Co-orientadores:

Profª Drª Maria Luise Koenig

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa

RECIFE

2009

C527p Mello, Marcus Vinicius Lourenço de

Parâmetros hidrológicos correlacionados com a biomassa e composição fitoplanctônica na região costeira adjacente à desembocadura do Rio Sirinhaém (Pernambuco-Brasil) / Marcus Vinicius Lourenço de Mello. - Recife: O Autor, 2009. xv, 119 f.; il., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

Inclui Referências bibliográficas e anexos.

1. Oceanografia. 2. Oceanografia química. 3. Biomassa. 4. Composição Fitoplanctônica. 5. Estuário tropical. I. Título.

551.46 CDD (22. ed.)

UFPE/BCTG/2009-065

MARCUS VINICIUS LOURENÇO DE MELLO

PARÂMETROS HIDROLÓGICOS CORRELACIONADOS COM A BIOMASSA E
COMPOSIÇÃO FITOPLANCTÔNICA NA REGIÃO COSTEIRA ADJACENTE À
DESEMBOCADURA DO RIO SIRINHAÉM (PERNAMBUCO – BRASIL).

Dissertação defendida e aprovada em 19 de Fevereiro de 2009.

Banca Examinadora



Prof.ª Dr.ª Kátia Muniz
Orientadora
Departamento de Oceanografia - UFPE



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



Prof.ª Dr.ª Maria de Lourdes Souza Santos
Universidade Federal do Pará - UFPA

Prof. Dr. Willian Severi
Departamento de Pesca e Aqüicultura – UFRPE

Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes
Departamento de Oceanografia - UFPE

Recife
2009

Dedico este trabalho aos meus pais:

Adilberto Pinheiro de Mello

e

Maria Isabel Lourenço de Mello

Pelo seu apoio, dedicação e ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho gostaria de agradecer a todos, que de maneira direta ou indireta, contribuíram com sua realização, e principalmente:

Em primeiro lugar a Deus, por ter me iluminado e me guiado na vida em busca de um futuro melhor;

Ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, pela oportunidade de realização do curso de mestrado;

À Prof^a Dr^a Kátia Muniz Pereira da Costa, pela orientação, apoio, incentivo e ensinamentos;

À Prof^a Dr^a Maria Luise Koenig, pela co-orientação, identificação das espécies fitoplanctônicas, sugestões e incentivo;

Ao Prof. Dr. Fernando Feitosa, pelos ensinamentos, ajuda e acompanhamento nas coletas, e sugestões;

À Prof^a Dr^a Sigrid Neumann Leitão, pela ajuda com as análises estatísticas e correções do abstract, que contribuíram no enriquecimento do trabalho;

A todos os professores do Departamento de Oceanografia pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso;

À Iara Correia, Keila, Josiane e Antônio, pela ajuda com as análises químicas;

Aos amigos que contribuíram nas coletas de campo, em especial Felipe Gaspar, Aislan, Pedro Melo e Douglas;

À amiga Eng. De Pesca Ingrid Domingues, pelas conversas, amizade e apoio ao longo de tantos anos;

À Myrna Medeiros pelo apoio administrativo;

Em especial:

À minha família, que sempre me incentivou e me deu forças para superar obstáculos, meu pai (Adilberto Pinheiro de Mello), minha mãe (Maria Isabel Lourenço de Mello) e meus irmãos (Sandro Luiz Lourenço de Mello e Thiago André Lourenço de Mello);

À Juliana Paula Gonçalves Coelho, pelo apoio, incentivo, compreensão e ajuda nos momentos que mais precisei;

Obrigado a todos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE QUADROS.....	XI
LISTA DE APÊNDICES.....	XII
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 DESCRIÇÃO DA ÁREA	21
2.1 Região continental (rio Sirinhaém).....	21
2.2 Região costeira (Plataforma continental / Ilha de Santo Aleixo)	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Localização das Estações de Coleta	26
3.2 Parâmetros Climatológicos	27
3.3 Parâmetros Hidrográficos	27
3.4 Parâmetros Biológicos	28
3.5 Tratamento Numérico e Estatístico.....	29
4 RESULTADOS	30
4.1 Climatologia	30
4.1.1 Precipitação Pluviométrica (mm).....	30
4.2 Hidrologia.....	30
4.2.1 Altura das Marés (m).....	30
4.2.2 Profundidade Local (m)	31
4.2.3 Transparência da Água (m).....	32
4.2.4 Temperatura da Água (°C).....	32
4.2.5 Salinidade.....	34
4.2.6 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	36
4.2.7 Material em suspensão	37

4.2.8	Oxigênio Dissolvido	38
4.2.9	Taxa de Saturação de Oxigênio (%)	39
4.2.10	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	40
4.2.11	Sais Nutrientes	41
4.2.11.1	Nitrito (NO_2^-).....	41
4.2.11.2	Nitrato (NO_3^-).....	42
4.2.11.3	Amônia (NH_3)	44
4.2.11.4	Fosfato (PO_4^-)	45
4.2.11.5	Silicato (SiO_2^-).....	46
4.3	Parâmetros Bióticos.....	47
4.3.1	Biomassa Fitoplanctônica Total (Clorofila a)	47
4.3.2	Biomassa Fitoplanctônica Fracionada (Clorofila a)	48
4.3.3	Composição Florística do Microfitoplâncton	49
4.3.4	Estrutura e Variação Sazonal da Flora.....	54
4.3.5	Abundância Relativa dos Táxons	57
4.3.6	Frequência de Ocorrência dos Táxons	65
4.3.7	Diversidade Específica (bits.cel^{-1}) e Equitabilidade	70
4.3.8	Características Ecológicas da Flora	71
4.4	Análise Estatística	74
4.4.1	Análise dos Componentes Principais (ACP) – Parâmetros de Superfície	74
4.4.2	Análise dos Componentes Principais (ACP) – Parâmetros Abióticos de Superfície e Fundo.....	76
5	DISCUSSÃO.....	78
6	CONCLUSÕES.....	106
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Mapa mostrando o município de Sirinhaém no Estado de Pernambuco.....	23
Figura 2 – Carta náutica mostrando a região da desembocadura do rio Sirinhaém e linhas de <i>beachrocks</i>	23
Figura 3 – Imagem aérea da Ilha de Santo Aleixo.....	25
Figura 4 – Imagem da área de estudo demonstrando os pontos de coleta entre a desembocadura do rio Sirinhaém e a Ilha de Santo Aleixo (Fonte da imagem: Google Earth).	27
Figura 5 – Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), para o município de Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). Fonte: ITEP – LAMEPE.....	30
Figura 6 – Variação sazonal das alturas das marés (m), para o Porto de Suape, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). BM = Baixa-mar, PM = Preamar.....	31
Figura 7 – Variação sazonal da profundidade (m) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.	31
Figura 8 – Variação sazonal da transparência da água (m) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.	32
Figura 9 – Variação sazonal da temperatura da água (°C) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.	34
Figura 10 – Variação sazonal da salinidade na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.	35
Figura 11 – Variação sazonal do potencial hidrogeniônico (pH) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.	37
Figura 12 – Variação sazonal do material em suspensão (mg.L ⁻¹) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.	38

Figura 13 – Variação sazonal do teor de oxigênio dissolvido (ml.L^{-1}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.....	39
Figura 14 - Variação sazonal da taxa de saturação de oxigênio (%) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.....	40
Figura 15 - Variação sazonal da demanda bioquímica de oxigênio (mg.L^{-1}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.....	41
Figura 16 – Variação sazonal do nitrito (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.	42
Figura 17 – Variação sazonal do nitrato (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.	43
Figura 18 – Variação sazonal da amônia (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.	44
Figura 19 – Variação sazonal do fosfato (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.	45
Figura 20 – Variação sazonal do silicato (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.	47
Figura 21 – Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica total – clorofila <i>a</i> (mg.m^{-3}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.	48
Figura 22 – Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica fracionada – clorofila <i>a</i> (mg.m^{-3}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.	49
Figura 23 – Distribuição percentual do número de táxons identificados no microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.....	49

Figura 24 – Distribuição percentual do número de táxons do microfitoplâncton identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, respectivos para os períodos seco e chuvoso.	54
Figura 25 – Distribuição da riqueza taxonômica do microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar dos períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). BM = Baixa-mar; PM = Preamar.	56
Figura 26 – Distribuição percentual das categorias de frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.	65
Figura 27 – Frequência de ocorrência dos táxons muito frequentes no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).	67
Figura 28 – Frequência de ocorrência dos táxons frequentes no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).	68
Figura 29 – Frequência de ocorrência dos táxons pouco frequentes no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).	69
Figura 30 – Frequência de ocorrência dos táxons esporádicos no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).	70
Figura 31 – Variação da diversidade específica do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar dos períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). E=Estação.	71
Figura 32 – Variação da equitabilidade do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar dos períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). E=Estação.	71
Figura 33 – Distribuição percentual quanto aos dados ecológicos dos táxons infragenéricos identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08).	72
Figura 34 – Gráfico da análise dos componentes principais dos parâmetros coletados na camada superficial na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.	76
Figura 35 – Gráfico da análise dos componentes principais dos parâmetros coletados na superfície e fundo da coluna d'água na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.	77

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém-PE, ocorrentes na estação 1.....	59
Tabela 2 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 2.....	61
Tabela 3 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 3.....	63
Tabela 4 – Análise dos componentes principais dos parâmetros coletados na camada superficial na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.	75
Tabela 5 – Análise dos componentes principais dos parâmetros abióticos coletados na superfície e fundo da coluna d'água na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.....	77

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 – Sinopse dos táxons identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.....	51
Quadro 2 – Classificação ecológica dos táxons encontrados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.	73

LISTA DE APÊNDICES

	Página
Apêndice A – Variação e média histórica da precipitação pluviométrica (mm) registrada para o município de Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). Fonte ITEP – LAMEPE < http://www.itep.br/LAMEPE.asp >.....	127
Apêndice B – Variação da altura das marés nos dias de coleta, tomando por referência o Porto de Suape. Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH) da Marinha do Brasil.	128
Apêndice C – Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de outubro/07.	129
Apêndice D - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de novembro/07.....	130
Apêndice E - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de dezembro/07.....	131
Apêndice F - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de maio/07.....	132
Apêndice G - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de junho/07.....	133
Apêndice H - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de julho/07.....	134

RESUMO

O rio Sirinhaém nasce na Serra do Alho no município de Camocim de São Félix e deságua no litoral do município de Sirinhaém, situado na região fisiográfica da Mata meridional de Pernambuco, a 76 km do Recife. O presente trabalho foi realizado na zona costeira do litoral sul de Pernambuco, entre a desembocadura do rio Sirinhaém e a Ilha de Santo Aleixo. Trata-se de uma área importante por sustentar intensa atividade pesqueira e turística, exercendo relevante papel socioeconômico para a população local. O trabalho foi desenvolvido tendo como objetivo determinar as condições hidrológicas e avaliar sua relação com a comunidade e a biomassa fitoplanctônica, bem como a influência do hidrodinamismo provocado pelas variações das marés. As coletas foram realizadas em três estações fixas, durante o período de estiagem (outubro, novembro e dezembro/2007) e chuvoso (maio, junho e julho/2008), em dois regimes de maré (preamar e baixa-mar). A profundidade nas estações de coleta variou de 2,6 a 8,5m; a transparência da água entre 0,2 e 6,0m; a temperatura apresentou valores oscilando entre 25°C e 30,5°C, não sendo verificada estratificação térmica na coluna d'água; a salinidade apresentou um gradiente crescente à medida que se afasta da costa, com valores variando entre 2,44 e 37,18 (oscilando entre os regimes oligoalino a eurialino); o pH manteve-se sempre alcalino; o oxigênio dissolvido de 2,33 até 5,68 mL.L⁻¹, as taxas de saturação do oxigênio variaram de 45,53% à 127,64%, estando dentro da classificação de área semipoluída a saturada; material em suspensão de 0,6 à 120,6mg.L⁻¹; a biomassa fitoplanctônica total 0,5 à 7,92mg.m⁻³, e a biomassa fracionada 0,13 a 7,71mg.m⁻³. As concentrações de sais nutrientes (nitrito, nitrato, amônia, fosfato e silicato) mantiveram-se abaixo dos níveis considerados normais para cada nutriente analisado. Foram identificados 115 táxons, distribuídos em seis divisões, sendo Bacillariophyta o grupo dominante, destacando-se as espécies *Paralia sulcata* e *Asterionellopsis glacialis*, em termos de frequência e abundância, respectivamente. Os resultados dos parâmetros hidrológicos mostram características de uma área mesotrófica, dando sustentabilidade à produtividade primária.

Palavras-chave: hidrologia, biomassa, fitoplâncton, estuário tropical.

ABSTRACT

The Sirinhaém river borns in the Serra do Alho in the city of Camocim de São Félix and outflow in the littoral of Sirinhaém city, located in the physiographic region of southern forest of Pernambuco, 76 km south from Recife. The present work was carried out in here stations located along a transect from the Sirinhaém river mouth to Santo Aleixo Island. This area is an important socioeconomic area, supporting intense fishing and tourist activity for the local population. The present work objective was to assess the hydrological conditions due tides variation and its influence on the phytoplanktonic community. Sample were collected in three fixed stations, during the dry (October, November and December/2007) and rainy (May, June and July/2008) seasons, in two tides regime (spring and ebb tides). Depth varied from 2.6 to 8.5m; the water transparency from 0.2 to 6.0 m; the temperature oscillated from 25°C to 30.5°C, and no thermal stratification registered in the water column; the salinity presented an increasing gradient from coast to offshore, with values varying between 2.44 and 37.18 (oligohaline to eurihaline regime); pH was always alkaline; dissolved oxygen (2.33 to 5.68 mL.L⁻¹) presented a saturation tax varying from 45.53% to 127.64% (semi-polluted to supersaturated condition); suspended material varied from 0.6 to 120.6mg. L⁻¹; total phytoplanktonic biomass varied from 0.5 to 7.92 mg.m⁻³, and the fractionated biomass from 0.13 to 7.71 mg.m⁻³. Nutrients concentration (nitrite, nitrate, ammonia, phosphate and silicate) presented low levels in relation to the normal patterns of each analyzed nutrient. Phytoplankton presented 115 taxa, distributed in six divisions, with Bacillariophyta as the dominant group, being most frequent and abundant *Paralia sulcata* and *Asterionellopsis glacialis*, respectively. The hydrological parameters showed a mesotrophic area.

Key-word: hydrology, biomass, phytoplankton, tropical estuary.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais causados pelo homem têm sido fonte de grande preocupação, tendo em vista as possibilidades de modificações ambientais negativas que afetam o equilíbrio ecológico do meio. O progresso, exigindo construções e mudanças no habitat, para acompanhar o ritmo de desenvolvimento, tem despertado o interesse de entidades públicas no sentido de conciliar as modificações necessárias com o ponto de vista conservacionista (NEUMANN-LEITÃO, 1994).

O desordenado crescimento urbano e industrial no estado de Pernambuco nos últimos 20 anos ocasionou mudanças nas condições físicas e químicas da água dos rios, estuários e zonas costeiras o que proporciona um ambiente altamente desfavorável para o crescimento de espécies de animais e vegetais. A composição iônica e a proporção dos diversos solutos apresentam consideráveis modificações, principalmente na concentração de nutrientes inorgânicos e gases dissolvidos na água, que são de extrema importância para a sobrevivência e a dispersão das populações planctônicas.

Os detritos de origem antropogênica, principalmente de instalações que se dedicam a produção de substâncias químicas, são constantemente lançados na zona costeira. Todos esses agentes químicos associados a detritos de várias origens, tais como, aqueles procedentes de esgotos domésticos que contaminam as águas estuarinas e costeiras, proporcionando um acentuado desequilíbrio das características físicas, químicas e biológicas incidem sobre as atividades humanas e de lazer.

Vários aspectos do ciclo dos nutrientes em ecossistemas pelágicos são importantes para compreender como é controlada a produtividade, assim como para prever o efeito da atividade humana em áreas costeiras, que recebem aportes continentais de origem antropogênica (COSTA, 1996).

Combinações de nutrientes controlam o desenvolvimento de microorganismos no meio aquático. Estas combinações aparentemente afetam a escolha por nutrientes consumidos por animais aquáticos (KMET, 1996) e as condições de eutrofização em corpos d'água (MAKSIMOVA et al., 1978).

O nitrogênio e o fósforo são considerados os elementos limitantes da produção primária no ambiente marinho, já que ambos os elementos fazem parte da

matéria viva sintetizada pelos organismos fotossintetizadores. Estes nutrientes ocorrem no meio ambiente costeiro em muitas formas, de acordo com seu estágio de oxidação. As formas de nitrogênio variam entre o estado de oxidação de nitrato (+5) até amônio (-3), existindo compostos entre estes intervalos de oxidação. Enquanto o fósforo ocorre como o íon fosfato e o estado de oxidação +5, existindo três configurações de fosfato (orto, para e meta), porém com a mesma composição elementar. As transformações que acontecem entre as formas orgânica e inorgânica, ou entre os vários estados de oxidação-redução, resultam em um fluxo destes nutrientes entre os maiores componentes do ecossistema, ou seja, entre o sedimento e a água (DAY et al., 1989).

De acordo com RAMIREZ & ROSE (1992), os maiores reservatórios de fósforo são os sedimentos marinhos e os solos, e os maiores transportadores de fósforo para os oceanos são os rios. O fosfato adsorvido às argilas é a via mais importante de acesso de fosfato aos ecossistemas aquáticos tropicais, devido à frequência de solos argilosos, antigos e muito intemperizados (ESTEVES, 1998).

As formas de nitrogênio comumente encontradas nas águas dos rios, segundo MEYBECK (1982), são: nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio orgânico dissolvido, nitrogênio orgânico particulado. Sendo que o nitrato é a forma mais estável e abundante. A origem dessas formas inorgânicas e orgânicas é resultante do fluxo terrestre, aportes antropogênicos e da produção biológica (nitrogênio particulado) no ecossistema aquático.

Nos oceanos, os compostos de nitrogênio são considerados os nutrientes limitantes para o desenvolvimento do fitoplâncton. O oposto ocorre nos lagos que tem o fósforo como elemento que controla o crescimento da biomassa primária (RESURREIÇÃO et al., 1996). KELLER (1989) explicou este fato, afirmando que mesmo o fosfato apresentando um ciclo sazonal similar aos compostos de nitrogênio, provavelmente nunca será limitante nos oceanos devido à sua rápida reciclagem dentro do sistema.

Os estuários são ambientes costeiros localizados entre os ecossistemas limnético e marinho, o que lhes dá uma condição única dentro dos ambientes aquáticos. São ambientes costeiros de grande importância ecológica e econômica, pois constituem áreas quase sempre eutróficas, com expressiva atividade fotossintética e, portanto, elevada produção primária. Por essa razão, funcionam como criadouros naturais de organismos fluviais, estuarinos e marinhos, fazendo

com que os estudos de cunho científico nestas áreas sejam relevantes (PASSAVANTE; KOENING, 1984).

A principal característica destas regiões é a grande variabilidade das condições ambientais, em consequência da mistura da água doce, menos densa, com a proveniente do mar, mais densa, que penetra nas camadas mais profundas, refletindo, portanto, um balanço dessas duas forças associadas, o que torna este ambiente altamente dinâmico. Estes padrões de circulação influem na composição iônica, no transporte de substâncias orgânicas dissolvidas, nutrientes inorgânicos e, conseqüentemente na composição e dinâmica das microalgas (SMAYDA, 1983).

Estas áreas são tidas como grandes responsáveis pela fertilização das águas costeiras, funcionando muitas vezes como verdadeiras estações depuradoras naturais de esgotos, antes que eles sejam lançados ao mar, evitando ou retardando a poluição dos mares (McLUSKY, 1989).

As alterações ambientais a que estão submetidos os estuários afetam também os organismos neles presentes, e dentre estes, encontra-se a comunidade fitoplanctônica, a qual é responsável pela síntese da matéria orgânica nessas áreas (GREGO et al., 2004). AOKI (1993) encontrou uma correlação negativa entre a clorofila *a* e a salinidade na camada superficial em Suruga Bay e sugeriu que a correlação estava relacionada ao suprimento de nutrientes de origem fluvial. SHIOMOTO e HASHIMOTO (1999) reportam a possível limitação da produção primária por nitrogênio inorgânico nas águas superficiais próximas à costa em Suruga Bay da primavera ao outono, especialmente as diatomáceas.

TEIXEIRA (1973) destaca o interesse nas investigações sobre a produção primária que tem representado um impacto sobre os estudos quantitativos referentes à biologia marinha, pois, as mesmas são essenciais para as pesquisas sobre as relações tróficas e o fluxo de energia através da rede alimentar nos mares.

A produção primária, segundo STRICKLAND (1965), TEIXEIRA (1973), TUNDISI & TUNDISI (1976) e TETT (1977) é a quantidade de matéria orgânica de um determinado ecossistema produzida pelos organismos autótrofos, às custas de uma energia externa (radiante ou química). O termo produtividade primária é utilizado para designar essa matéria produzida por unidade de tempo, volume ou área, sendo a produtividade líquida, a quantidade de matéria orgânica fixada sem levar em conta os processos da respiração e excreção; e a produtividade primária bruta como matéria orgânica total produzida, sem levar em consideração as perdas

nos processos metabólicos. A mensuração da produção primária fitoplanctônica é importante no estudo da dinâmica do fluxo de carbono no ambiente marinho (MALONE, 1980; GOLDMAN, 1988).

O conhecimento das relações entre os parâmetros ambientais e a distribuição fitoplanctônica é essencial para uma análise compreensiva da variabilidade espaço-temporal na estrutura da comunidade biótica na coluna d'água (IRIARTE e PURDIE, 1994). O picoplancton fotossintético tem sido mostrado como o maior contribuidor para as taxas de produção primária de toda a comunidade fitoplanctônica e da clorofila *a* (>50%) em oceanos tropicais oligotróficos e águas subtropicais (GIESKE et al., 1979; PLATT et al., 1983; ODATE e MALTA, 1988).

Distribuições temporais e espaciais na biomassa algal e produção em um estuário são reguladas pela diluição da descarga fluvial, luz, e misturas induzidas pelo ciclo das marés e ventos (CLOERN, 1996). A descarga fluvial próximo à boca do estuário é usualmente tão rápida que permite a acumulação da biomassa algal. Geralmente ocorre a diluição da água estuarina devido à diminuição da força da descarga fluvial onde o canal se alarga, como resultado temos o decréscimo das partículas em suspensão e consequente aumento da penetração de luz. As regiões de *blooms* algais usualmente variam com a descarga fluvial (YIN et al., 2000). A distribuição espacial e temporal da produtividade e biomassa fitoplanctônica são importantes para a produção de organismos de níveis tróficos elevados o qual, em troca, exerce controle biológico na produção e na biomassa planctônica (CHERVIN et al., 1981; MACKAS e LOUETTIT, 1988; YIN et al., 1996, 1997c).

Atualmente são inúmeros os projetos de pesquisa nacionais e internacionais, que realizam estudos sobre a composição, biomassa e a produtividade primária em ecossistemas estuarinos e costeiros. Esses estudos visam à capacidade produtiva do ambiente, detectar nível de eutrofização dessas áreas, alterações no ecossistema provocado por poluentes ou previsões de vários outros problemas ambientais, uma vez que, representantes desta microflora são considerados bioindicadores da qualidade da água. No Nordeste do Brasil e em especial no Estado de Pernambuco, estes estudos foram implantados por PASSAVANTE (1979), despertando consequentemente, o interesse de vários pesquisadores da região.

Dentro deste ponto de vista, vários trabalhos foram desenvolvidos no Estado de Pernambuco com o objetivo de melhor caracterizar os ambientes estuarino e

costeiro, podendo-se destacar, dentre outros: ESKINAZI e PASSAVANTE (1974), CAVALCANTI (1976), FLORES-MONTES et al. (1998) no complexo estuarino do Canal de Santa Cruz; SILVA-CUNHA et al. (1987/89) e GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó; FEITOSA (1999b) no estuário do rio Goiana; LACERDA et al. (1998) no rio Paripe; SANTOS-FERNANDES et al. (1998/2000) no estuário do rio Jaguaribe; MOURA e PASSAVANTE (1995) na baía de Tamandaré; KOENING et al. (2002) no estuário do rio Ipojuca; LOSADA et al. (2000) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba; BRANCO (2002/06) e DELGADO-NORIEGA et al. (2004) no complexo estuarino de Barra das Jangadas; BASTOS et al. (2005) no rio Una; HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso. Na plataforma continental de Pernambuco destaque se dá PASSAVANTE et al. (1987/89); SILVA-CUNHA e ESKINAZI-LEÇA (1990); RESURREIÇÃO et al. (1996); ESKINAZI-LEÇA et al. (1997).

Dentre os vários estuários do Estado de Pernambuco, destaca-se o sistema estuarino do rio Sirinhaém que, devido à intensa atividade pesqueira, tanto no estuário como na sua região costeira, vem desempenhando um papel socioeconômico muito importante, principalmente para a população de baixa renda que vive em suas proximidades. E que, além disso, vem sofrendo pressão antrópica por lançamento de efluentes domésticos, industriais e atividades turísticas.

Baseado nisso, e levando-se em consideração a quase inexistência de pesquisas na região do rio Sirinhaém, o presente trabalho foi desenvolvido tendo como objetivo principal determinar as condições hidrológicas na área compreendida entre a desembocadura do Rio Serinhaém e a ilha de Santo Aleixo e avaliar sua relação com a comunidade e a biomassa fitoplanctônica.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

- Determinar a extensão da influência hidrológica do Rio Sirinhaém na zona costeira;
- Determinar as variações espacial e temporal da biomassa, bem como dos parâmetros hidrológicos em diferentes regimes de marés e nas duas estações do ano (seca e chuvosa);
- Identificar quali-quantitativamente a comunidade fitoplanctônica;
- Evidenciar a estrutura ecológica do microfitoplâncton através do índice de diversidade específica e equitabilidade;

- Caracterizar o grau de eutrofização do meio;
- Correlacionar a estrutura da comunidade fitoplanctônica com os fatores ambientais.

2 DESCRIÇÃO DA ÁREA

2.1 Região continental (rio Sirinhaém)

O município de Sirinhaém está situado na região fisiográfica da Mata meridional de Pernambuco, a 76 km do Recife, tendo limite ao norte os municípios de Ipojuca e Escada, ao sul, os municípios de rio Formoso e Tamandaré, a oeste, o município de Ribeirão e, a leste, o oceano Atlântico (Fig. 1). Possui uma área de 355,2 km² e de acordo com o censo do IBGE realizado no ano de 2007, possui uma população de 36.414 habitantes.

O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo As', tropical com chuvas de inverno antecipadas no outono, oriundas, sobretudo, das descargas da Frente Polar Atlântica. As chuvas encontram-se distribuídas durante aproximadamente 200 dias no ano, com precipitação média anual de 2.050 mm. Os meses mais chuvosos são maio, junho e julho, sendo os mais secos outubro, novembro e dezembro. Sobressaem-se os meses de março a agosto como os de maior precipitação média, sendo os meses de abril e julho os mais representativos, com médias de 408 mm e 573 mm, respectivamente.

A temperatura média anual é de 24° C, variando entre a mínima de 18° C e a máxima de 32° C, sendo fortemente influenciada pela ação moderadora dos ventos alísios.

Os ventos dominantes sopram de SE e de NE, sendo que, no inverno, a influência do anticiclone polar provoca as médias térmicas mais baixas e precipitações pluviométricas mais elevadas.

O rio Sirinhaém nasce na Serra do Alho no município de Camocim de São Félix com o nome Riacho Tanque das Piabas. Toma, inicialmente, a direção sul e, a seguir a direção geral sudeste, cortando os municípios de Bonito, Barra de Guabiraba, Cortês, Ribeirão, Gameleira, rio Formoso e Sirinhaém em cujo litoral deságua após compor, com seus vários braços (rio Arrumado, Trapiche, Aquirá, além do próprio rio Sirinhaém), um amplo e complexo estuário, onde se encontram algumas lagoas, numerosas ilhas e extenso manguezal (CONDEPE, 1992) (Fig. 2).

À diferença de outros rios da região como, por exemplo, o rio Ipojuca, o rio Sirinhaém tem grandes afluentes, destacando-se como tais os rios Tapirucu, Camaragibe e Amaragi, todos pela margem esquerda. Outro traço característico

desse rio é o fato de apresentar, em alguns trechos do médio curso, a planície fluvial bastante desenvolvida, a exemplo do que ocorre entre os Engenhos Cachoeirinha e Limão Doce, na qual está localizada a Usina Cucaú (CONDEPE, 1992).

O rio Sirinhaém banha núcleos urbanos de pequeno porte e na área canavieira sofre não só a ação dos poluentes agrícolas, como também daqueles decorrentes da localização em suas margens, de duas grandes agroindústrias – as usinas Cucaú (no município de rio Formoso) e Trapiche (em Sirinhaém), ambas com destilaria anexa. Somada a essa, a carga poluente da cidade de Sirinhaém, transforma o rio homônimo em veículo de degradação dos recursos biológicos, contribuindo, desse modo, para o desequilíbrio da relação das comunidades próximas com o meio do qual retiram parte de seu sustento.

Os ecossistemas de manguezais, do litoral sul de Pernambuco, apresentam-se relativamente conservados e situam-se em extensas faixas marginais dos trechos terminais dos rios da área. Ocupam terrenos baixos e argilosos, sujeitos ao fluxo constante das marés, onde são encontrados, em geral, as espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicenia schaueriana* (BRAGA, 1994).

Associada à vegetação, ao solo e às características hídricas do estuário existe uma fauna típica, bastante diversificada, composta de várias espécies de crustáceos, moluscos e peixes (BRAGA, 1986), tais como carangueijo-uçá (*Ucides cordatus*), guaiamum (*Cardisoma guaiumi*), siri (*Callinectes* spp.), mariscos (*Mytella* spp.), camurim (*Centropomus* spp.), raias (*Dasyatis* spp.), bicuda (*Sphyræna barracuda*), que representam uma fonte de renda para a população local.

Localizada na desembocadura do rio Sirinhaém, a Barra de Sirinhaém teve sua evolução ligada à atividade pesqueira, desempenhando a função de porto de pesca marítima e estuarina (CONDEPE, 1992). Na vila, acham-se sediadas a Colônia de Pescadores Z-6 e a Associação de Moradores da Vila Alcina – Bairro dos Casados, além de um estaleiro especializado em construção e reparo de embarcações de madeira.

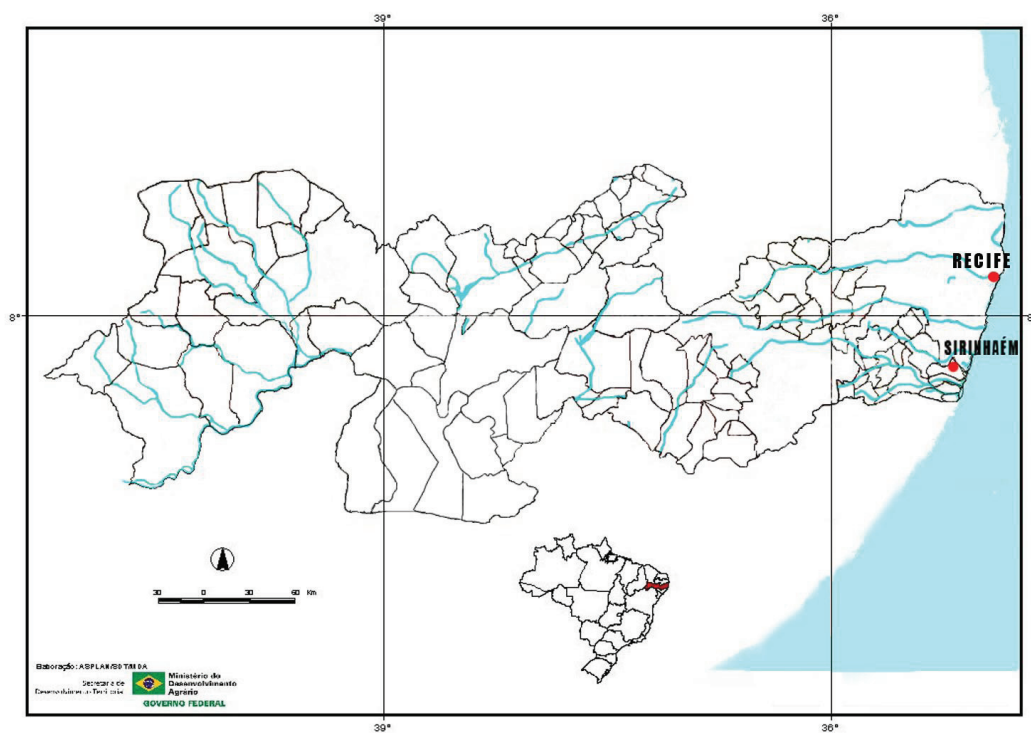


Figura 1 – Mapa mostrando o município de Sirinhaém no Estado de Pernambuco.



Figura 2 – Carta náutica mostrando a região da desembocadura do rio Sirinhaém e linhas de beachrocks.

2.2 Região costeira (Plataforma continental / Ilha de Santo Aleixo)

As águas costeiras do Estado de Pernambuco caracterizam-se por pequenas variações em suas condições hidrológicas, apresentando constantemente altas temperaturas, em torno de 28°C, e altas salinidades, em torno de 35 (ESKINAZI-LEÇA et al., 1997).

Durante o período de estiagem a salinidade superficial é relativamente uniforme com a isoalina de 36 atingindo áreas próximas à costa, denotando uma pequena influência terrígena sobre o ambiente costeiro. No período chuvoso esta influência é mais acentuada, porém a penetração de água doce no mar, se atenua rapidamente à medida que se afasta da costa (COSTA et al., 1989).

A temperatura da água assemelha-se à temperatura do ar. Os valores mínimos são observados durante o período chuvoso e os máximos são registrados durante o período de estiagem. A diminuição da temperatura em função da profundidade na plataforma continental de Pernambuco é lenta, existindo certa estabilidade térmica entre a superfície e o fundo e a termoclina ocorre à profundidade aproximada de 100 metros, fora do limite da plataforma (ESKINAZI-LEÇA et al., 1997).

Em alguns locais da costa podem ocorrer prados de fanerógramas marinha *Halodule wrightii* que limitam a zona do infra-litoral superior (LABOREL-DEGUEN, 1963).

A plataforma continental de Pernambuco é uma das mais estreitas do Brasil, apresentando uma largura de apenas 20 milhas na altura de Recife e caracteriza-se pela presença abundante de sedimentos carbonáticos. Sua profundidade é inferior a 60m, sendo bem delimitada por uma quebra entre as isóbatas de 60-70m, mostrando o início do talude superior (KEMPF, 1970).

Segundo MANSO (1997), o baixo índice de erosão continental e a pequena taxa de sedimentação marinha na plataforma continental de Pernambuco, associados a fatores estruturais da área, podem ser responsáveis pela reduzida largura. A pouca profundidade é atribuída à ineficiência de processos marinhos nos últimos períodos geológicos. É possível ainda que a Corrente do Brasil possa, em parte, explicar o modesto desenvolvimento da plataforma.

Um dos traços morfológicos mais característicos do litoral de Pernambuco é sem dúvida a presença constante, na plataforma continental interna, de linhas de *beachrocks* geralmente paralelas à costa, servindo de substrato para o

desenvolvimento de algas e corais, além de constituir uma efetiva proteção ao litoral na medida em que absorve grande parte da energia das ondas incidentes, mesmo estando completamente submersos (MANSO *et al.* 2003). Este tipo de linha de recifes pode ser observado próximo à desembocadura do rio Sirinhaém, entre a linha de praia e a Ilha de Santo Aleixo (Fig. 2).

A plataforma interna da Praia de Sirinhaém apresenta uma topografia de fundo plana com pequenas ondulações principalmente entre as profundidades de 6 e 12 m. Mostra declividade suave (1:500) até a profundidade de 12 m, a partir do qual acentua-se até atingir 18 m, voltando a suavizar até os 20 m. Uma pequena elevação é observada à 10 m, disposta longitudinalmente à linha de costa e na desembocadura do rio Sirinhaém, provavelmente relacionado ao que restou de uma antiga barreira arenosa-recifal. Outra característica desta área é o alto estrutural de Santo Aleixo (formado por rochas vulcânicas ácidas, riolitos) cujo ponto mais elevado é a Ilha de Santo Aleixo (MANSO *et al.* 2003). A ilha está distante cerca de 2.500 m da costa e possui uma área aproximada de 36 há (Fig. 3).



Figura 3 – Imagem aérea da Ilha de Santo Aleixo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas seis expedições para coleta das amostras hidrológicas e biológicas, sendo três expedições no período de estiagem (outubro, novembro e dezembro de 2007) e outras três expedições no período chuvoso (abril, maio e junho de 2008).

As amostras para análises hidrológicas foram coletadas por meio de uma garrafa de Nansen, durante a preamar e a baixa-mar, em três profundidades (superfície, meio e fundo). As amostras para identificação da composição florística do fitoplâncton foram coletadas através de arrastos horizontais de superfície com duração de 03 minutos cada, utilizando-se uma rede cônica que possui 1m de comprimento e 30 cm de abertura de boca, onde foi colocado um fluxômetro para o cálculo do volume filtrado, a abertura da malha desta rede é de 20 μ m. As amostras coletadas foram fixadas com formol neutro a 4%. As análises biológicas e hidrológicas foram feitas pelos laboratórios de Química e Fitoplâncton do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco.

3.1 Localização das Estações de Coleta

As estações de coleta foram plotadas entre a desembocadura do Rio Sirinhaém e a Ilha de Santo Aleixo, demarcadas 3 estações (Fig. 4) em pontos mais ou menos equidistantes descritos a seguir:

ESTAÇÃO 1 – localizada na desembocadura do Rio Sirinhaém nas coordenadas geográficas 08°36'28.19" S e 35°02'51.27" W;

ESTAÇÃO 2 – localizada na porção intermediária entre a desembocadura do Rio Sirinhaém e a Ilha de Santo Aleixo nas coordenadas geográficas 08°36'37.15" S e 35°02'11.46" W, distante 1250 metros da estação 1;

ESTAÇÃO 3 – localizada próximo à Ilha de Santo Aleixo nas coordenadas geográficas 08°36'41.98" S e 35°01'31.30" W, distante 1250 metros da estação 2.

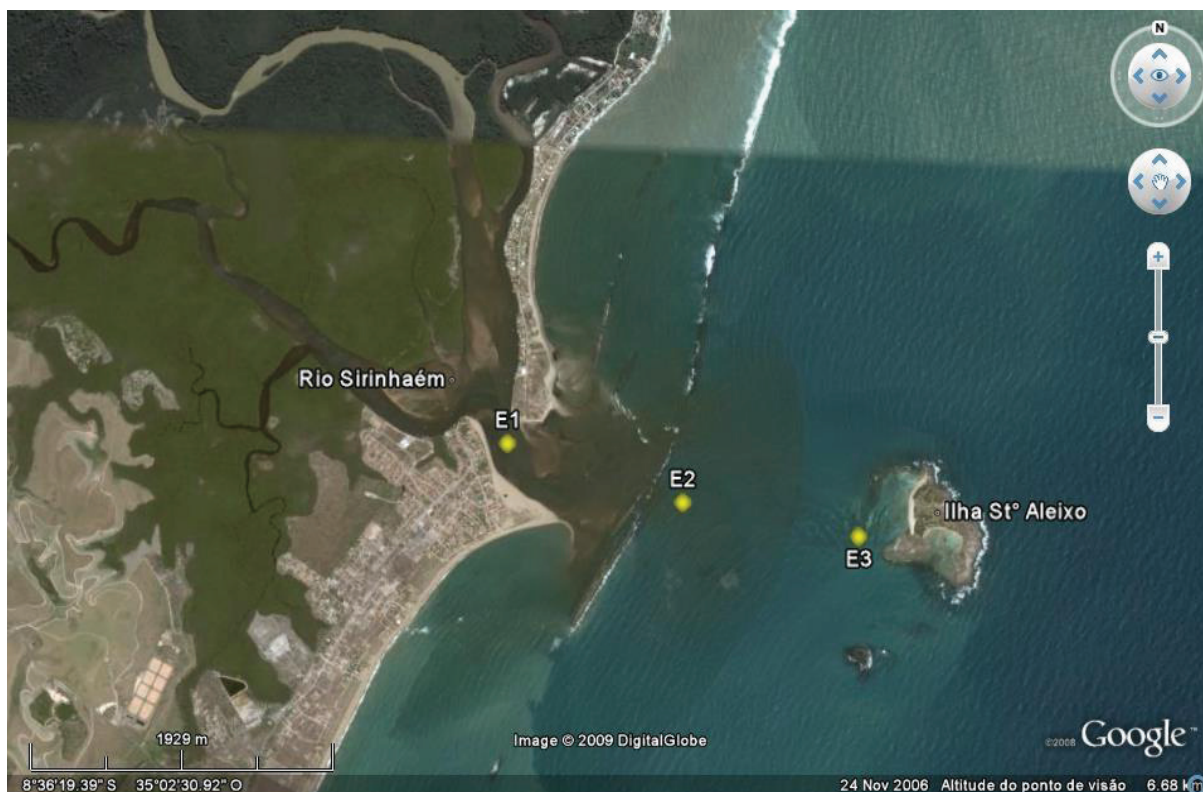


Figura 4 – Imagem da área de estudo demonstrando os pontos de coleta entre a desembocadura do rio Sirinhaém e a Ilha de Santo Aleixo (Fonte da imagem: Google Earth).

3.2 Parâmetros Climatológicos

Para a determinação dos meses de coletas foram utilizados dados históricos de pluviometria para o município de Sirinhaém por se tratar do local mais próximo da área estudada. Os parâmetros climatológicos foram conseguidos junto ao Laboratório de Meteorologia – LAMEPE – do Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP através de dados disponíveis em seu *site* oficial (<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>).

3.3 Parâmetros Hidrográficos

Os parâmetros hidrológicos analisados foram os que seguem: a temperatura da água, medida por meio de um termômetro comum de coluna de mercúrio com escala de -10 a 60°C; profundidade local, medida por meio de uma ecossonda manual digital LDC Sounder Plastimo Echotest; transparência da água, medida com disco de Secchi; a salinidade determinada pelo método de Mohr-Knudsen descrito em STRICKLAND & PARSONS (1972); o potencial hidrogeniônico (pH) por um pHmêtro da Metronal, modelo E 120; o oxigênio dissolvido determinado pelo método de Winkler descrito por STRICKLAND & PARSONS (1972) e a sua porcentagem de

saturação correlacionando-se os dados de temperatura e salinidade utilizando-se a International Oceanographic Table (UNESCO, 1973); a demanda bioquímica de oxigênio pelo método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwaters (APHA, 1985); os sais nutrientes (nitrito, nitrato, fosfato) foram analisados pelo método de STRICKLAND & PARSONS (1972) e o silicato e amônia pelo método de GRASSHOF *et al* (1983); o material em suspensão total na água por intermédio do método de MELO *et al.* (1975).

A altura da maré na área de trabalho foi medida através das Tábuas de Marés para a Costa do Brasil durante os anos de 2007 e 2008, publicados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH) da Marinha do Brasil, tomando por referência o Porto de Suape.

3.4 Parâmetros Biológicos

A análise da composição florística consistiu na identificação dos táxons sempre que possível em níveis genéricos, específicos e infraespecíficos.

A bibliografia básica utilizada na identificação das espécies foi: Para as diatomáceas: HUSTEDT (1930); CUPP (1943); CLEVE-EULER (1951, 1952, 1953 a,b, 1955); HUSTEDT (1959, 1961-1966); SOUZA & SILVA (1960); HENDEY (1964); PERÁGALLO & PERAGALLO (1897-1908); VAN HEURCK (1986); RICARD (1987); SILVA-CUNHA & ESKINAZI-LEÇA (1990). Para os dinoflagelados: SOURNIA (1967); WOOD (1968); DODGE (1982); SOURNIA (1986); BALECH (1988); STEINDINGER & TANGEN (1997). Para as cianofíceas: DESIKACHARY (1959) e BOURRELLY (1972). Para as euglenofíceas e clorofíceas: MIZUNO (1968); BOLD & WYNNE (1985); SOURNIA (1986); CHRÉTIENNOT-DINET *et al.* (1990).

O sistema de classificação seguiu os trabalhos de ROUND *et al.* (1990) e HASLE & SYVERTSEN (1997) para a divisão Bacillariophyta; SOURNIA (1986) para Dinophyta; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1986) e ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1988) para Cyanophyta; CHRÉTIENNOT-DINET *et al.* (1990) para Euglenophyta; BOLD & WYNNE (1985) para Chlorophyta.

Para confirmação dos sinônimos das espécies foram consultadas as seguintes literaturas: VANLANDINGHAM (1967-1979), HASLE (1983), ROUND *et al.* (1990), LANGE *et al.* (1992), MOREIRA FILHO *et al.* (1994-1995), HASLE & SYVERTSEN (1997) para as diatomáceas e STEINDINGER & TANGEN (1997) para os dinoflagelados.

A classificação ecológica dos táxons infragenéricos de diatomáceas foi baseada em TORGAN & BIANCAMANO (1991), MOREIRA FILHO et al. (1994-1995), MOREIRA FILHO et al. (1990), MOREIRA FILHO *et al.* (1999). Para os demais grupos foi utilizada a mesma bibliografia utilizada para a identificação taxonômica.

Foram calculadas a abundância relativa dos táxons de acordo com LOBO & LEIGHTON (1986) e a frequência de ocorrência a partir da fórmula descrita por MATEUCCI & COLMA (1982).

3.5 Tratamento Numérico e Estatístico

Para a diversidade específica e a equitabilidade do fitoplâncton foram utilizados, respectivamente, o índice de SHANNON (1948) e PIELOU (1977). Foi aplicado o teste LSD-t (Least Significant Difference), os testes estatísticos foram realizados ao nível de significância de 0,05 (ZAR, 1996).

Para a Análise dos Componentes Principais (ACP) foi utilizado o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate System) da Metagraphics Software Corporation, California-USA.

4 RESULTADOS

Nos apêndices, ao final do trabalho, encontram-se as tabelas com os valores de todos os parâmetros hidrológicos e biológicos verificados nos meses de coleta.

4.1 Climatologia

4.1.1 Precipitação Pluviométrica (mm)

Os resultados dos índices pluviométricos referentes aos meses de coleta registraram o valor mínimo de 0 mm em out./07 e máximo de 401,3mm no mês de jun./08. Os meses de out., nov. e dez./07, apresentaram índices pluviométricos mais baixos, caracterizando o período de estiagem.

O período de maior precipitação pluviométrica foi representado pelos meses de maio, jun. e jul./08. Exceto pelo mês de jun./08, os meses de coleta apresentaram volume de chuvas menor que sua respectiva média histórica (Fig. 5).

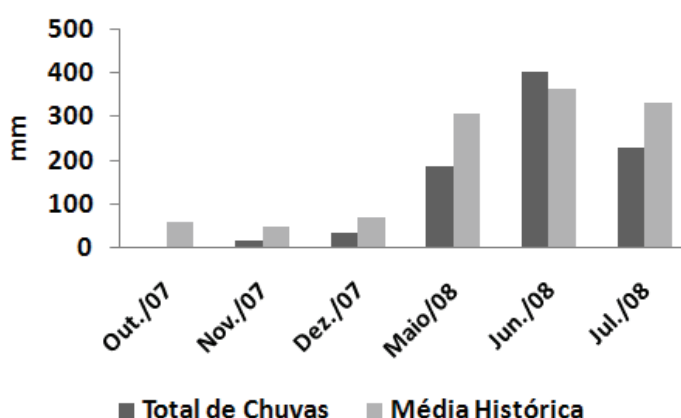


Figura 5 – Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), para o município de Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). Fonte: ITEP – LAMEPE.

4.2 Hidrologia

4.2.1 Altura das Marés (m)

De acordo com as Tábuas das Marés (2007 e 2008), durante o período estudado, na baixa-mar registrou-se o valor mínimo de 0m no mês de out./07 e máximo de 0,5m no mês de dez./07. Na preamar, foi registrado valor mínimo de 2,1m no mês de dez./07 e máximo de 2,4m nos meses de out./07 e maio/08 (Fig. 6).

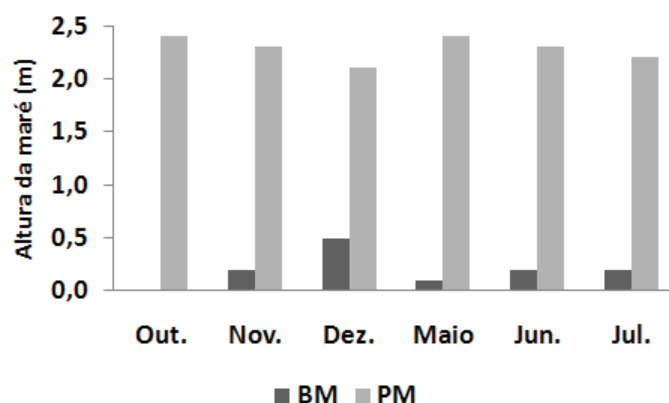


Figura 6 – Variação sazonal das alturas das marés (m), para o Porto de Suape, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). BM = Baixa-mar, PM = Preamar.

4.2.2 Profundidade Local (m)

A estação 2 foi a mais profunda dentre todas as estações de coleta, exceção feita ao mês de dez./07, durante a preamar, quando a estação 3 foi a mais profunda (Fig. 7). A profundidade mínima foi de 2,6m, registrada na estação 1 durante a baixa-mar do mês de out/07; e a máxima de 8,5m, medida na estação 2 durante as preamares dos meses de maio/08 e jul/08. As estações apresentaram média de profundidade de 5,11m.

Na estação 1, a profundidade mínima foi de 2,6m, no mês de out/07, durante a baixa-mar e a máxima, de 4,6m, no mês de maio/08, na preamar.

Em relação à estação 2, os valores de profundidade variaram de 5,2m, registrado durante a baixa-mar do mês de out/07, a 8,5m, nas preamar dos meses de maio/08 e jul/08.

Para estação 3, o valor mínimo de profundidade foi 3,2m, medido no mês de out/07, durante a baixa-mar e o máximo, de 8,0m, no mês de dez/07, na preamar.

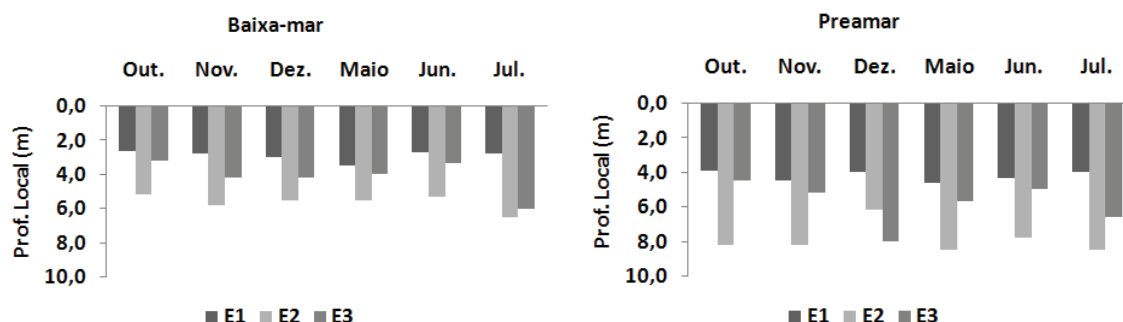


Figura 7 – Variação sazonal da profundidade (m) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.

4.2.3 Transparência da Água (m)

A transparência da água apresentou uma nítida variação sazonal durante o período estudado, com maiores valores registrados durante o período de estiagem.

Em relação aos pontos de coleta, observou-se um aumento da profundidade do disco de Secchi da estação 1 para a 3, nos dois regimes de marés. Na baixa-mar verificou-se que a estação 3 apresentou os maiores valores de transparência da água. O menor valor registrado foi de 0,2m, na estação 1, em jul/08, e o maior foi de 6,0m, na estação 3, em dez/07, respectivamente, na baixa-mar e na preamar (Fig. 8). A média da transparência da água, para as três estações, foi 1,78m.

Em relação às marés, observou-se que, de maneira geral, na baixa-mar foi registrada uma transparência menor que a preamar para todas as estações. A única exceção foi a estação 3, no mês de out/07, que apresentou valores de transparência da água maiores na baixa-mar que na preamar.

Na estação 1 foram observados os menores valores de transparências. Os valores variaram entre 0,2m, em jul/08, na baixa-mar, e 2,5m, dez/07, durante a preamar.

Com relação à estação 2, os valores da baixa-mar variaram de 0,4m, em jul/08, durante a baixa-mar, a 3,3m, na preamar do mês de dez/07.

A estação 3, apresentou valores que variaram de 0,6m, registrado em jul/08, durante a maré baixa, a 6,0m, em dez/07, na preamar.

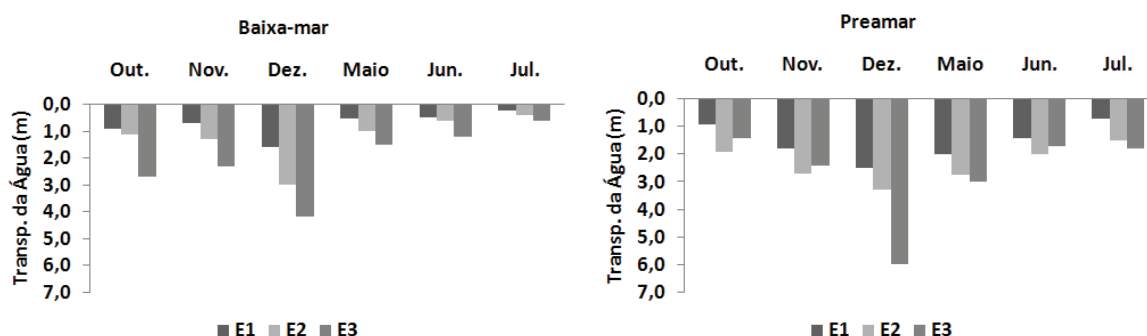


Figura 8 – Variação sazonal da transparência da água (m) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.

4.2.4 Temperatura da Água (°C)

A média dos valores de temperatura da água durante o período estudado, foi de 28,39°C. Apresentando valores mínimos de 25°C, na estação 1, tanto na superfície quanto no fundo, na baixa-mar do mês de jul/08. O valor máximo

registrado foi de 30,5°C, observado nas estações 2 e 3, tanto na superfície quanto no fundo, durante a preamar do mês de maio/08 (Fig. 9). A amplitude térmica foi da ordem de 5,5°C.

Durante a baixa-mar, os valores de temperatura registrados estiveram entre 25°C e 30°C. Os valores mínimos foram observados na estação 1, tanto na camada superficial quanto na profunda, durante o mês de jul/08. Os valores máximos foram detectados, também nas camadas superficial e profunda, porém no mês de maio/08, nas estações 2 e 3.

Na preamar, os valores oscilaram entre 26°C, obtido na camada profunda da estação 2, no mês de out/07, e 30,5°C, registrado nas estações 2 e 3, nas camadas superficial e profunda, em maio/08.

De maneira geral, observou-se que os valores da temperatura da água apresentaram uma discreta variação sazonal, com o período de estiagem (out/07 à dez/07) mostrando valores mais elevados que os do período chuvoso (maio/08 à jul/08), com exceção do mês de maio/08, que apresentou os mais elevados valores de temperatura da água dentre todos os meses estudados.

Quanto à variação espacial, os valores de temperatura variaram de forma muito discreta entre as três estações, ficando isto evidenciado também, no sentido superfície/fundo, indicando não haver forte estratificação térmica.

A estação 1, registrou, valores de temperatura que variaram de 25°C, durante a baixa-mar do mês de jul/08, nas camadas superficial e profunda, a 30°C, no mês de maio/08, em regime de preamar, tanto na superfície quanto na camada mais profunda. Na estação 2, os valores da temperatura da água, , variaram de 26°C, nas camadas superficial e profunda, no mês de jul/08 durante a baixa-mar, a 30,5°C, na preamar do mês de maio/08, também nas duas camadas de coleta.

Em relação à estação 3, a temperatura da água oscilou de 26,5°C, na superfície da água, em jul/08 durante a baixa-mar, à 30,5°C, registrado no mês de maio/08, em regime de preamar, na superfície e no fundo da coluna d'água.

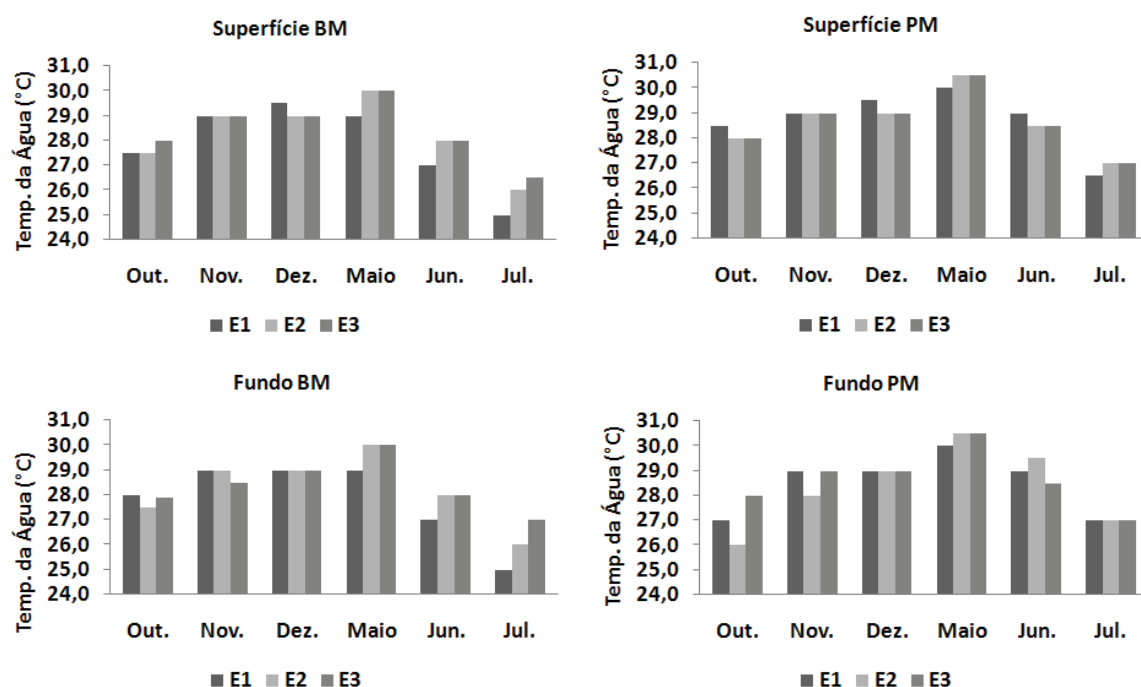


Figura 9 – Variação sazonal da temperatura da água (°C) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.

4.2.5 Salinidade

Uma variação sazonal da salinidade foi observada, com teores mais elevados durante o período de estiagem (out/07 a dez/07), sendo este padrão mais evidenciado durante a baixa-mar e, principalmente, na estação 1.

Com relação à variação espacial, constatou-se um gradiente crescente em direção a estação 3, sendo melhor observado durante a baixa-mar. Em virtude do ambiente sofrer forte influência marinha, durante a preamar, este padrão tornou-se mais discreto.

Quanto à distribuição da salinidade na coluna d'água, verificou-se que a estação 2, durante a baixa-mar, apresentou uma estratificação salina bastante marcante, em todo o período estudado, com valores mais elevados no fundo. Nas demais estações a diferença de salinidade entre as camadas superficial e de fundo, de maneira geral, mostrou-se mais discreta, não apresentando grandes variações na coluna d'água, tanto na baixa-mar quanto na preamar.

O teor médio da salinidade da água foi de 30,24, apresentando uma amplitude na ordem de 34,74. A salinidade mínima foi de 2,44, registrada na estação

1, no mês de jul/08; enquanto que a máxima observada foi de 37,18, na estação 3, em out/07, ambas verificadas na superfície, durante a baixa-mar (Fig. 10).

Os teores registrados na baixa-mar variaram entre 2,44 (estação 1) e 37,18 (estação 3), com os valores mínimo e máximo obtidos, respectivamente, nos meses de jul/08 e out/08, ambos na camada superficial. Na preamar, os valores variaram de 30,23, na estação 1, em jul/08, a 36,65, obtido em out/07, na estação 3, ambos na camada superficial.

A estação 1, apresentou teores de salinidade que variaram de 2,44, durante a baixa-mar do mês de jul/08, na camada superficial, à 35,85, registrado no mês out/07 em regime de preamar, no fundo da coluna d'água.

Na estação 2, os teores de salinidade registrados variaram de 16,97, no mês de jul/08, na superfície, à 36,65, na camada de fundo, no mês de out/07, ambos observados durante a baixa-mar.

Para estação 3 foi encontrado o valor mínimo de 23,07, na camada superficial, no mês de jun/08, e valor máximo de 37,18, na superfície, no mês de out/07, ambos registrados também durante a baixa-mar.

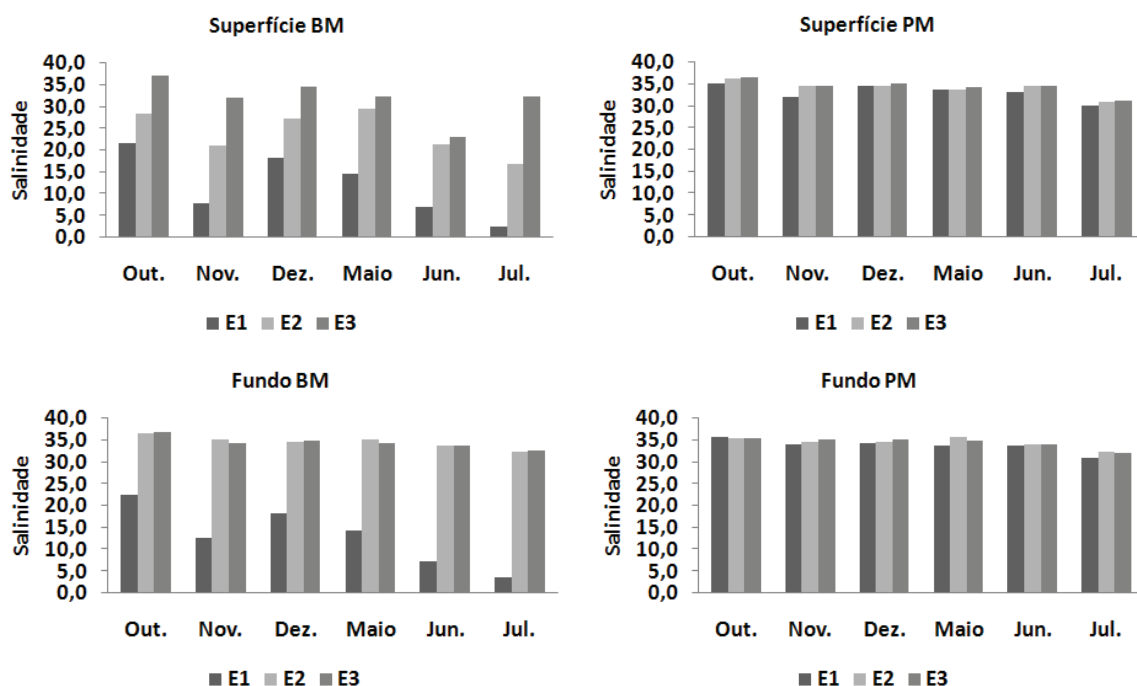


Figura 10 – Variação sazonal da salinidade na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.

4.2.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Uma discreta variação sazonal foi observada, com os valores de pH decrescendo um pouco no período chuvoso, mais especificamente na baixa-mar.

Durante a baixa-mar, observou-se uma nítida variação espacial do pH, com os valores aumentando em direção à estação 3, tanto na camada superficial quanto na mais profunda. Não foram observadas grandes variações nos valores de pH no sentido superfície-fundo.

Em todo o período estudado, o pH manteve-se sempre alcalino, com valores variando de um mínimo de 7,56, na estação 1, na baixa-mar do mês de jul/08, nas camadas superficial e de fundo, à um máximo de 8,72, na estação 3, no mês de out/07, na baixa-mar, na superfície e no fundo da coluna d'água (Fig. 11). Apresentando uma média de 8,28 e amplitude na ordem de 1,16.

Na estação 1, os valores de pH estiveram entre 7,56, no mês de jul/08, durante a baixa-mar, nas camadas superficial e de fundo, e 8,61, na preamar do mês de dez/07, observado na camada mais profunda.

Para a estação 2, os valores de pH variaram entre 8,01, na superfície da coluna d'água, no mês de jul/08, e 8,67, em out/07, na camada de fundo, ambos registrados em regime de baixa-mar.

Na estação 3 o valor mínimo de pH foi 8,07, obtido durante a preamar em jul/08, na superfície da coluna d'água, e o máximo foi 8,72, no mês de out/07 em regime de baixa-mar, nas camadas superficial e de fundo.

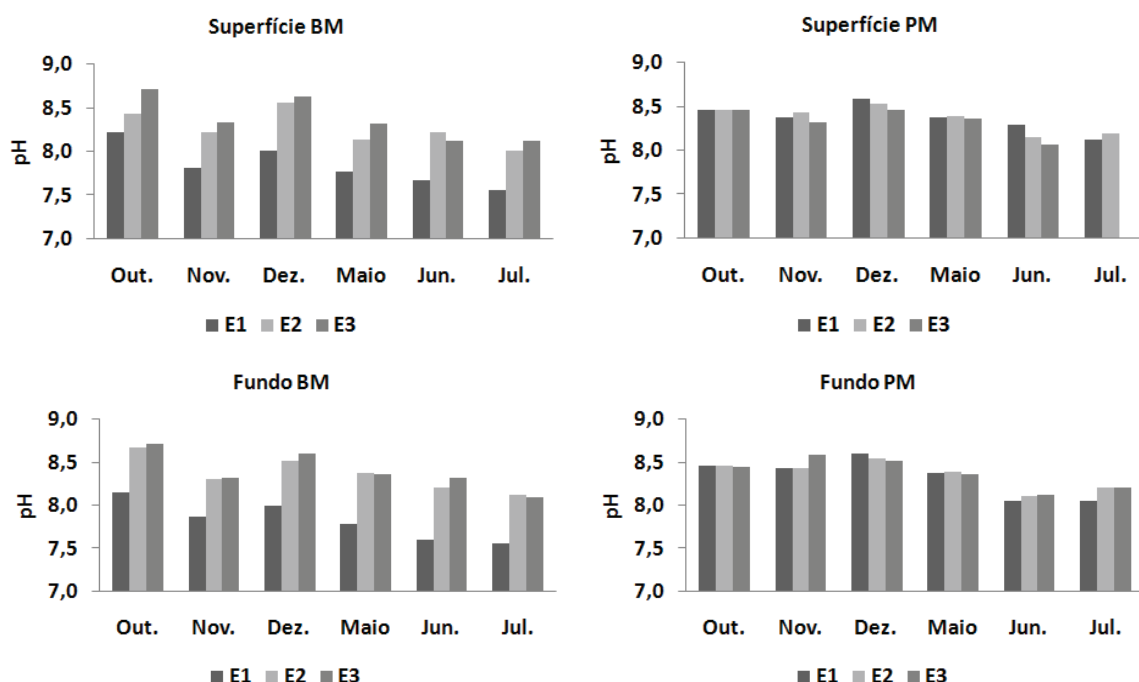


Figura 11 – Variação sazonal do potencial hidrogeniônico (pH) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.

4.2.7 Material em suspensão

As concentrações do material em suspensão na água apresentaram uma nítida variação sazonal, com valores aumentando durante o período chuvoso, principalmente durante a baixa-mar. Em relação ao regime de marés, as concentrações registradas nas baixa-mares foram mais elevadas que as preamares, com exceção do mês de jun./08, quando a estação 1 obteve valores mais elevados durante a preamar. Foi constatada também, uma nítida variação espacial, com valores decrescendo, de maneira geral, em direção a estação 3.

A média das concentrações do material em suspensão foi de $19,25\text{mg.L}^{-1}$, com concentrações oscilando entre $0,6\text{mg.L}^{-1}$ e $120,6\text{mg.L}^{-1}$, com o valor mínimo ocorrendo na estação 3, no mês de dez./07, e o máximo sendo observado na estação 1, em jul/08, respectivamente, ambos na baixa-mar (Fig. 12). A amplitude foi da ordem de 120mg.L^{-1} .

Na estação 1, os valores oscilaram entre $5,1\text{mg.L}^{-1}$, no mês de dez/07, durante a preamar, e $120,6\text{mg.L}^{-1}$, na baixa-mar de jul/08.

Quanto à estação 2 as concentrações oscilaram de $1,8\text{mg.L}^{-1}$, durante a preamar de dez/07, à $50,2\text{mg.L}^{-1}$, em jul/08, na baixa-mar.

Em relação à estação 3, variaram de um mínimo de $0,6\text{mg.L}^{-1}$, em dez/07, a um máximo de $18,9\text{mg.L}^{-1}$, em jul/08, ambos registrados em regime de baixa-mar.

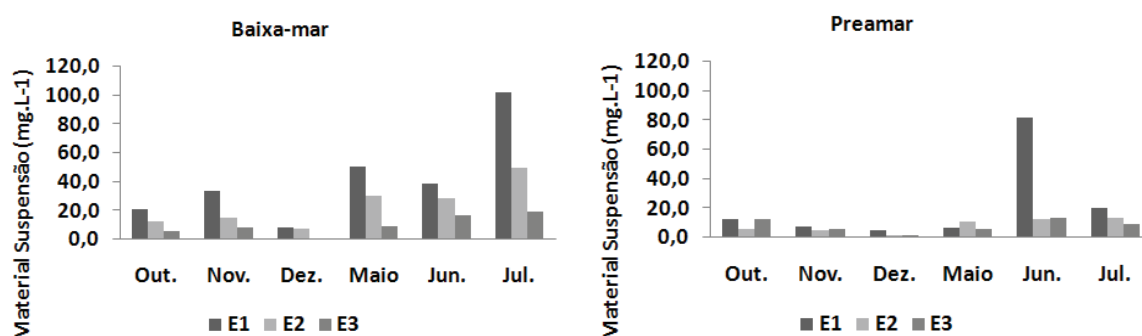


Figura 12 – Variação sazonal do material em suspensão (mg.L^{-1}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.

4.2.8 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido, durante o período estudado, variaram de $2,33\text{ml.L}^{-1}$, registrado na camada profunda da estação 1, no mês de dez./07, à $5,68\text{ml.L}^{-1}$, observado na estação 3, na sua camada superficial, no mês de out./07, ambos valores registrados durante a baixa-mar (Fig. 13). O oxigênio dissolvido apresentou valor médio de $4,76\text{ml.L}^{-1}$.

Analisando-se a figura 00, observou-se uma variação espacial nos teores de oxigênio dissolvido, mostrando que as estações 2 e 3, por conta de receberem maior aporte marinho, de maneira geral, apresentam valores mais elevados que a estação 1.

Ocorreu uma discreta variação sazonal, observada durante as baixa- mares, nas estações 1 e 3, que apresentaram respostas diferentes de acordo com a sazonalidade. Na estação 1, os valores de oxigênio dissolvido foram menores durante o período de estiagem e aumentaram com a chegada do período chuvoso, tanto na camada superficial como na profunda. Para estação 3 ocorreu o inverso, os valores estiveram mais elevados durante o período de estiagem e diminuíram no período chuvoso, em ambas profundidades de coleta. Em regime de preamar, não foi observada uma sazonalidade definida.

Na estação 1, os teores variaram de $2,33\text{ml.L}^{-1}$, registrado durante o mês de dez./07, na baixa-mar, à $5,52\text{ml.L}^{-1}$, observado na preamar do mês de maio/08, ambos na camada de fundo.

Na estação 2, os valores observados estiveram entre 3,86ml.L⁻¹, no mês de maio/08, durante a baixa-mar, em sua camada superficial, e 5,60ml.L⁻¹, na camada profunda, durante o mês de nov./07, em regime de preamar.

Na estação 3, o menor valor registrado para o oxigênio dissolvido foi de 4,14 ml.L⁻¹, em maio/08, e o maior de 5,68 ml.L⁻¹, em out./07, ambos observados na camada superficial, durante regime a maré baixa.

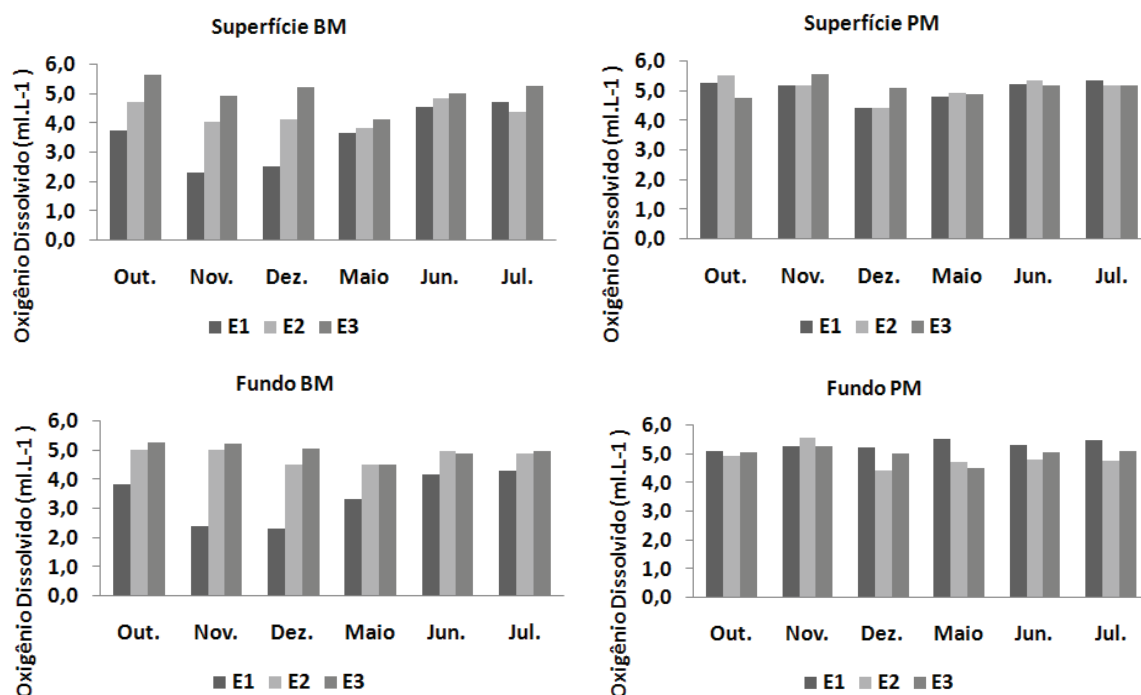


Figura 13 – Variação sazonal do teor de oxigênio dissolvido (ml.L⁻¹) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.9 Taxa de Saturação de Oxigênio (%)

A taxa de saturação de oxigênio oscilou entre o valor mínimo de 45,53%, registrado na estação 1, no mês de nov./07, e valor máximo de 127,64%, observado na estação 3, em out./07, ambos obtidos na camada superficial e durante a baixa-mar (Fig. 14).

Na maré baixa foi constatada variação espacial com gradiente crescente em direção a estação 3, tanto no período de estiagem quanto no chuvoso. Em relação à preamar, não foi verificado este padrão.

De forma geral, observa-se que as taxas de saturação de oxigênio são mais elevadas durante o regime de preamar, nas duas camadas de coleta, sobretudo nas estações 1 e 2.

Na estação 1, a taxa de saturação de oxigênio variou entre 45,53%, observado na camada de superfície, na baixa-mar do mês de nov./07, e 126,03%, registrado na preamar de maio/08, na camada profunda.

A estação 2 apresentou taxas que oscilaram de 84,73%, registrada para a camada superficial, em nov./07, durante regime de baixa-mar, à 124,44%, obtida na camada de fundo, durante o mês de out./07, na preamar.

Na estação 3, o valor mínimo para a taxa de saturação de oxigênio foi 93,88%, no mês de maio/08, e o máximo foi 127,64%, em out./07, ambos valores foram obtidos em regime de baixa-mar e na camada superficial da coluna d'água.

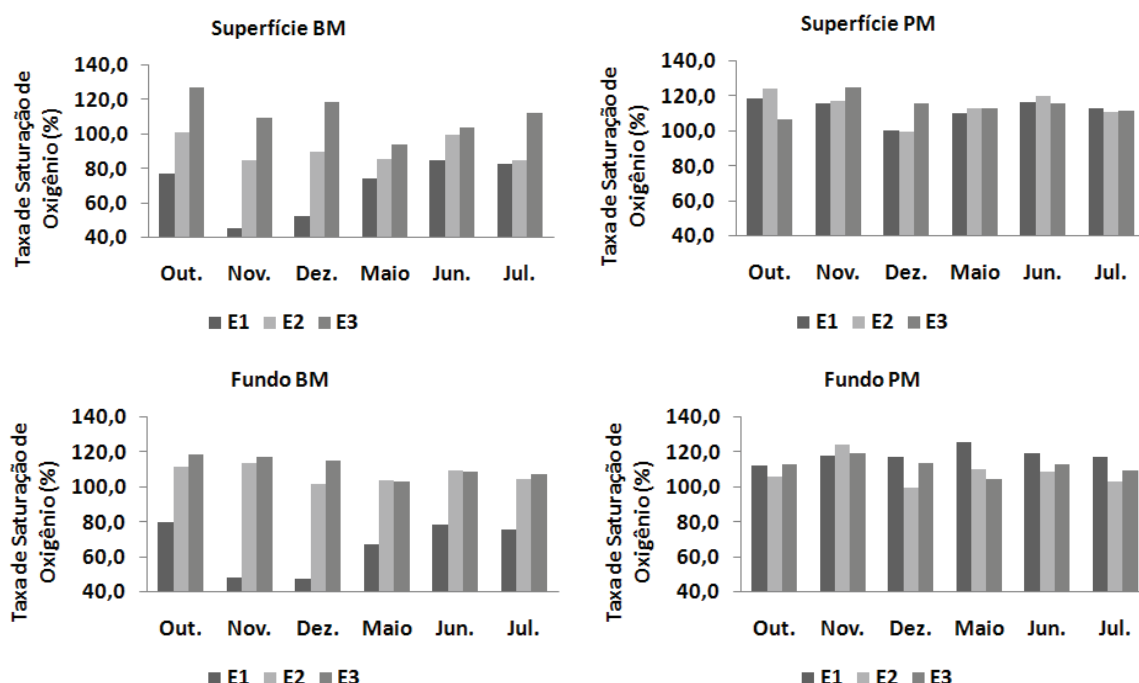


Figura 14 - Variação sazonal da taxa de saturação de oxigênio (%) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.10 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

As concentrações da demanda bioquímica de oxigênio variaram desde valores nulos, registrados para as três estações, em ambos regimes de maré, e nas duas profundidades de coleta, a um máximo de 2,06 mg.L⁻¹, observado na estação 1, na camada superficial, na baixa-mar do mês de out./07.

Analisando-se a figura 15, observa-se uma tendência da variação espacial, com valores que diminuem em direção a estação 3.

A estação 1 apresentou teores que variaram desde valores nulos até um máximo de 2,06 mg.L⁻¹, registrado em out./07, durante a baixa-mar, na camada superficial.

Para a estação 2, os valores oscilaram desde nulos à 1,50 mg.L⁻¹, registrado em out./07, na camada mais superficial, durante a maré baixa.

Na estação 3, assim como nas demais estações, foram registrados valores nulos, um valor máximo de 1,02 mg.L⁻¹, obtido na superfície da coluna d'água durante a baixa-mar de out./07.

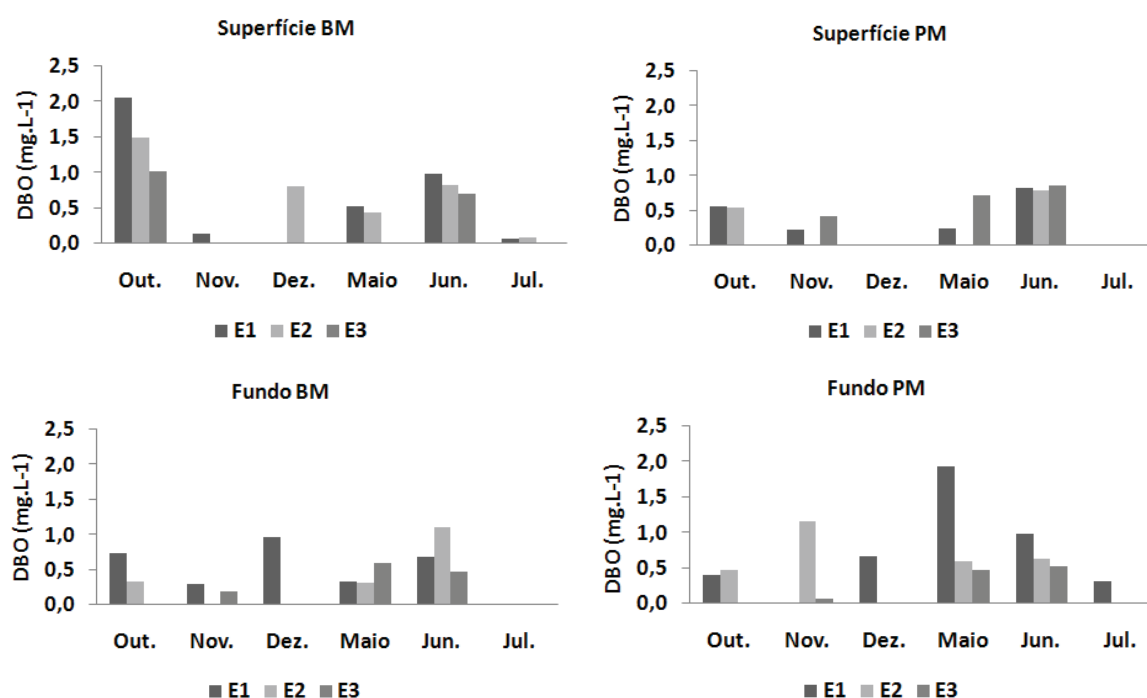


Figura 15 - Variação sazonal da demanda bioquímica de oxigênio (mg.L⁻¹) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.11 Sais Nutrientes

4.2.11.1 Nitrito (NO₂⁻)

As concentrações de nitrito variaram desde valores indetectáveis a 0,33μM, sendo o valor máximo registrado na estação 1, na camada superficial, durante a baixa-mar do mês de jun./08(Fig. 16).

Uma nítida variação sazonal foi observada nas concentrações de nitrito, com valores mais elevados no período chuvoso, que embora tenha sido observado nas duas marés, foi mais evidenciado na baixa-mar.

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados nas baixas-mares foram, de forma geral, mais elevados que os obtidos nas preamaras.

Na estação 1, a concentração de nitrito variou de valores indetectáveis, principalmente durante o período de estiagem, a $0,33\mu\text{M}$, no mês de jun./08, durante a baixa-mar, na superfície da coluna d'água.

Na estação 2, a concentração oscilou de valores indetectáveis a $0,23\mu\text{M}$, com os valores máximos sendo registrados na superfície da coluna d'água, no mês de jun./08, e na camada profunda, durante o mês de jul./08, ambos na maré baixa.

Na estação 3, os teores de nitrito estiveram entre valores indetectáveis a $0,18\mu\text{M}$, com o máximo sendo registrado na superfície, durante a baixa-mar do mês de jun./08.

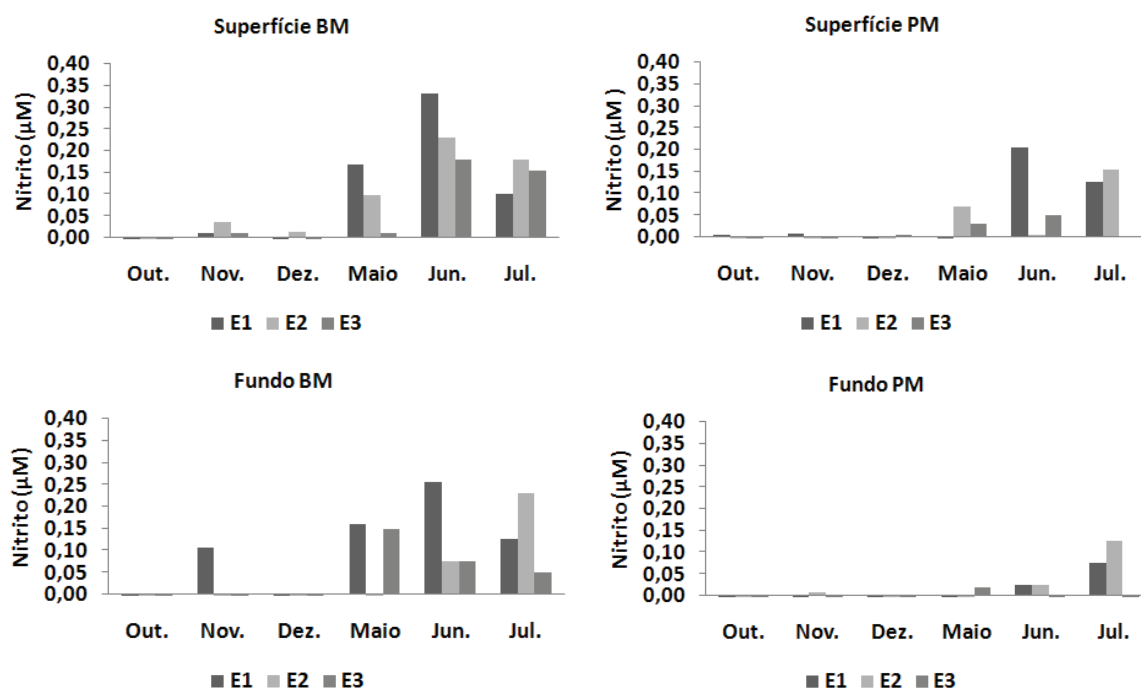


Figura 16 – Variação sazonal do nitrito (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.11.2 Nitrato (NO_3^-)

As concentrações de nitrato oscilaram de um mínimo de $0,07\mu\text{M}$, registrado na estação 2, no mês de nov./07, a um máximo de $7,50\mu\text{M}$, na estação 1, em maio/08, ambos valores obtidos na camada superficial, durante a maré baixa (Fig. 17).

Observou-se uma nítida variação sazonal, com concentrações mais elevadas durante o período chuvoso, principalmente durante a baixa-mar, nas duas profundidades de coleta.

Nos dois regimes de marés, as variações das concentrações de nitrato foram acentuadas entre as estações, com a estação 1, de maneira geral, apresentando valores mais elevados que os das estações 2 e 3.

Com relação às marés, de forma geral, a baixa-mar apresentou concentrações mais elevadas que a preamar.

Na estação 1, as concentrações variaram de 0,26 μ M, em nov./07, a 7,50 μ M, em maio/08, ambos valores obtidos na camada superficial e durante a maré baixa.

Na estação 2, os valores de nitrato oscilaram de 0,07 μ M, no mês de nov./07, a 4,25 μ M, em jun./08, com os dois valores registrados na baixa-mar e na camada superficial.

Na estação 3, a concentração mínima registrada foi de 0,10 μ M, em maio/08, durante a preamar, e a máxima de 4,32 μ M, observado em jun./08, na baixa-mar, ambos obtidos na camada superficial.

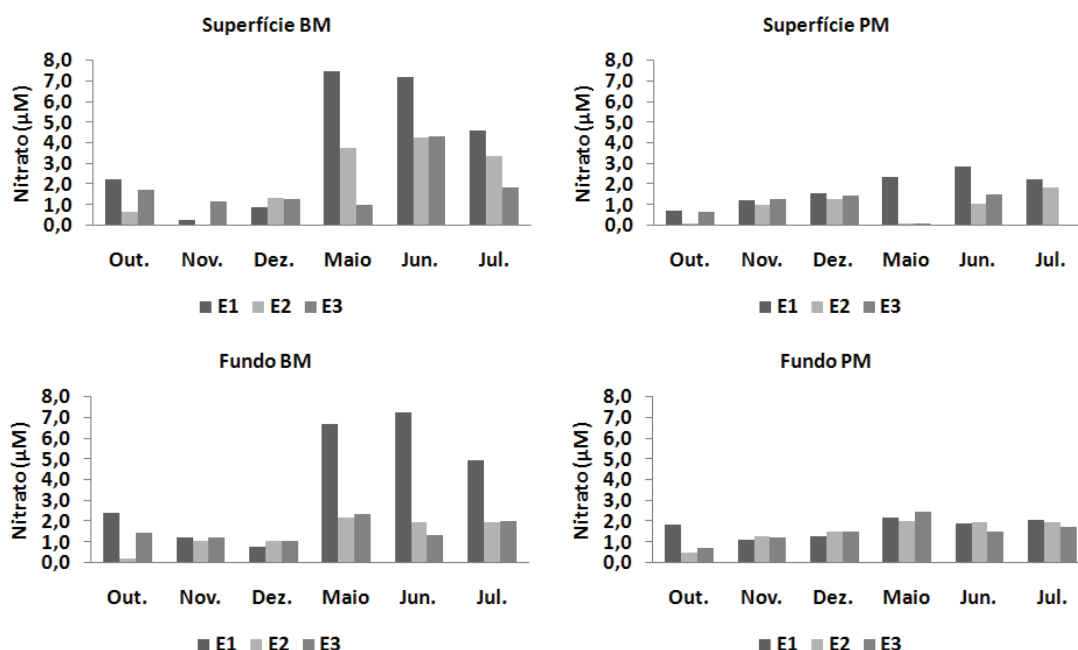


Figura 17 – Variação sazonal do nitrato (μ M) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.11.3 Amônia (NH₃)

As concentrações de amônia oscilaram de valores indetectáveis, observados em diversos meses, em todas as estações de coleta, a um máximo de 0,38μM, registrado na estação 1, em jun./08, durante a baixa-mar, na camada mais profunda(Fig. 18).

De forma geral, as concentrações de amônia foram mais elevadas no período chuvoso, principalmente durante a baixa-mar.

Quanto a variação espacial, observou-se que a estação 1 apresentou teores mais elevados que as outras duas estações.

Na estação 1, a concentração de amônia variou de valores indetectáveis, principalmente durante o período de estiagem, a 0,38μM, no mês de jun./08, durante a baixa-mar, na camada de fundo.

Na estação 2, a concentração oscilou de valores indetectáveis a 0,14μM, com os valores máximos sendo registrados na superfície da coluna d'água, no mês de jun./08, na maré baixa.

Na estação 3, os teores de amônia estiveram entre valores indetectáveis a 0,14μM, com o máximo sendo registrado na camada profunda, durante a baixa-mar do mês de jun./08.

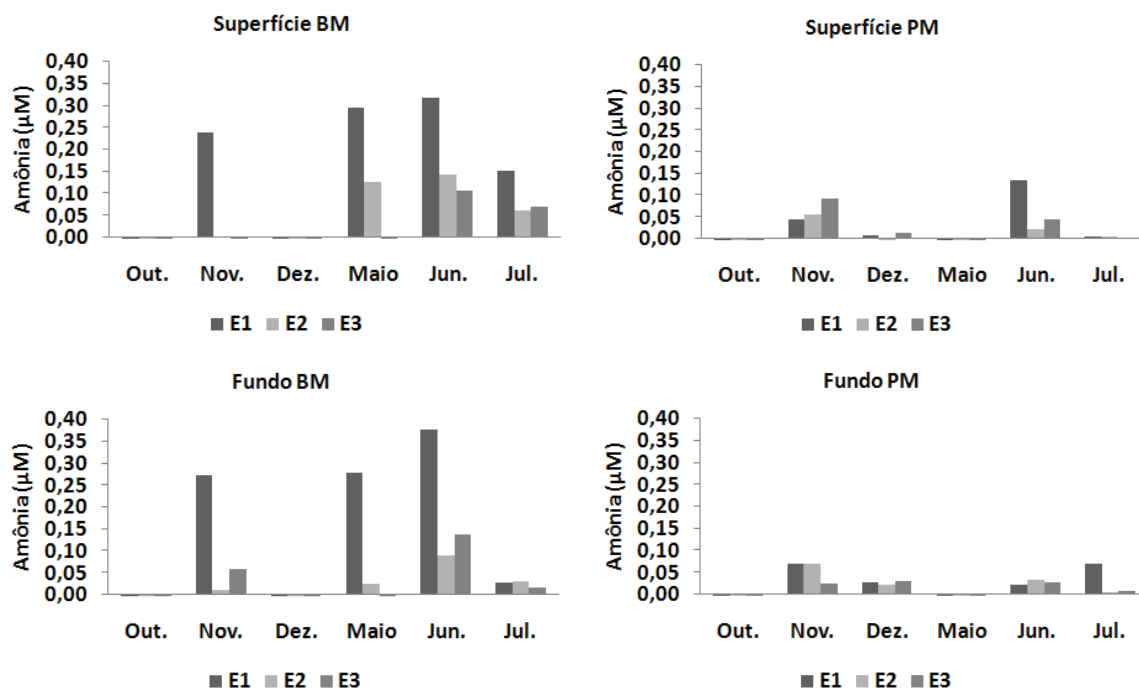


Figura 18 – Variação sazonal da amônia (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.11.4 Fósforo (PO_4^-)

Os teores de fósforo variaram desde valores indetectáveis, todos registrados no mês de maio/08, a $0,75\mu\text{M}$, observado na estação 3, em out./07, durante a maré baixa, na camada superficial (Fig. 19).

Uma nítida sazonalidade foi observada, tendo em vista que durante o período de estiagem as concentrações de fósforo foram, em geral, mais elevadas que as registradas no período chuvoso, nas duas profundidades de coleta, tanto na baixa-mar quanto na preamar.

Na estação 1, as concentrações oscilaram desde valores indetectáveis, registrados no mês de maio/08, nas duas profundidades de coleta, durante a preamar, a $0,69\mu\text{M}$, em out./08, durante a preamar, na camada de fundo.

Na estação 2, os teores de fósforo estiveram entre valores indetectáveis, observado em maio/08, a $0,70\mu\text{M}$, em out./07, ambos valores registrados na camada mais profunda, nas duas marés.

Na estação 3, as concentrações variaram de valores indetectáveis, no mês de maio/08, na camada superficial durante a maré baixa e nas duas camadas de coleta durante a preamar, a $0,75\mu\text{M}$, durante a baixa-mar do mês de out./08, na camada superficial.

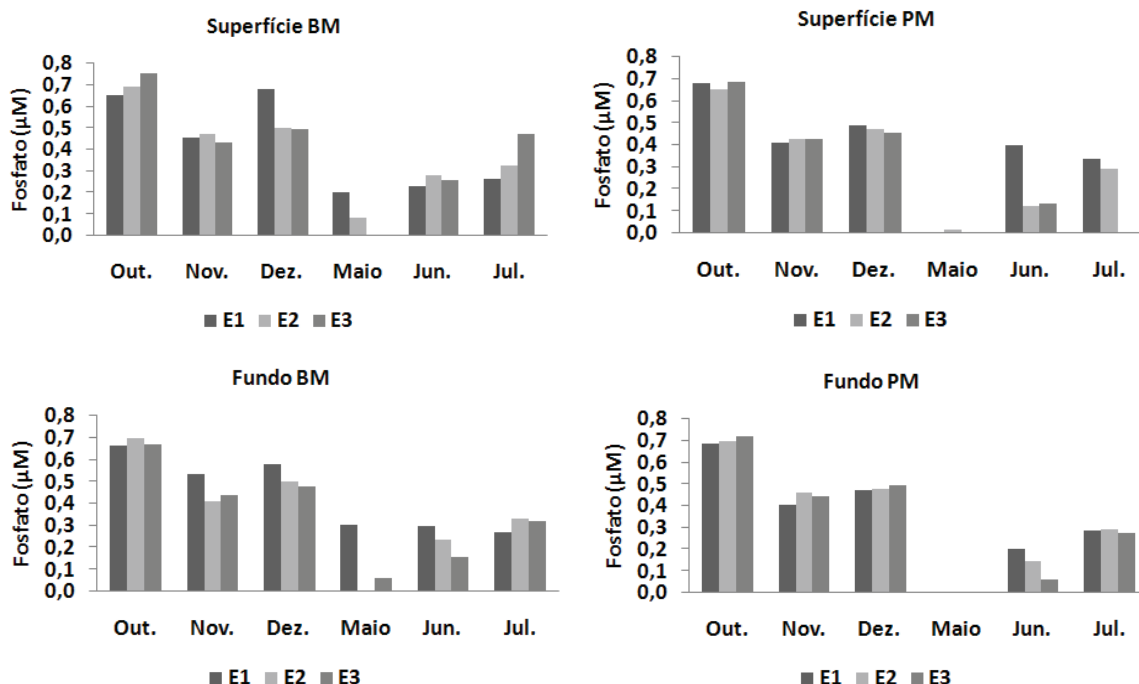


Figura 19 – Variação sazonal do fósforo (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.11.5 Silicato (SiO_2)

As concentrações de silicato variaram de um mínimo de $2,05\mu\text{M}$, na estação 3, na preamar do mês de dez./07, a um máximo de $83,39\mu\text{M}$, na estação 1, durante a baixa-mar do mês de out./07, ambos registrados na camada superficial (Fig. 20).

Observou-se uma variação sazonal nos teores de silicato, na estação 1, onde os valores estiveram mais elevados durante o período de estiagem que no período chuvoso. O inverso ocorreu na estação 3, com o período chuvoso apresentando valores mais acentuados que o período de estiagem.

Espacialmente, em geral, pôde-se observar um gradiente decrescente em direção a estação 3, para os dois regimes de marés, porém mais nítido na baixa-mar.

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados na maré baixa foram de maneira geral, mais elevados que os registrados durante a preamar.

Na estação 1, a concentração mínima registrada foi $3,42\mu\text{M}$, na preamar de maio/08, e o máximo de $83,39\mu\text{M}$, durante a baixa-mar do mês de out./07, ambos registrados na camada superficial.

Na estação 2, a menor concentração foi $3,29\mu\text{M}$, no mês de maio/08, na camada profunda, durante a preamar, e a mais elevada de $50,15\mu\text{M}$, em out./07, durante a baixa-mar, na superfície.

Na estação 3, os teores oscilaram entre $2,05\mu\text{M}$, na preamar do mês de dez./07, e $35,76\mu\text{M}$, durante a baixa-mar de jun./08, ambos na superfície da coluna d'água.

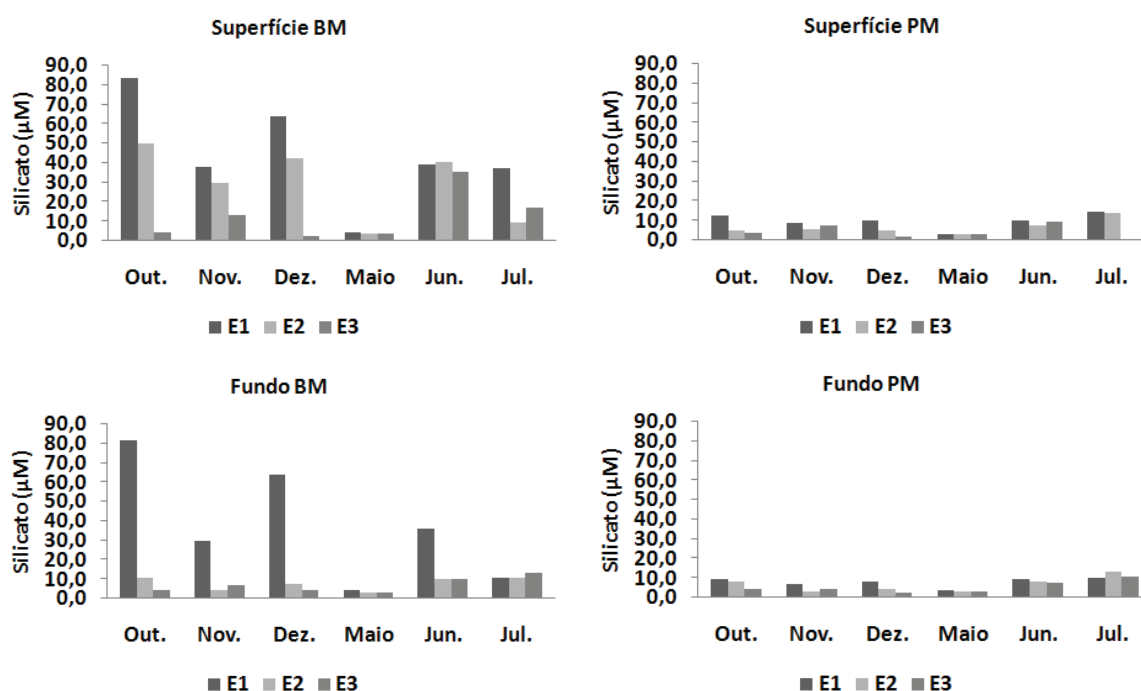


Figura 20 – Variação sazonal do silicato (μM) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.3 Parâmetros Bióticos

4.3.1 Biomassa Fitoplanctônica Total (Clorofila *a*)

A biomassa fitoplanctônica total apresentou valor mínimo de $0,5\text{mg.m}^{-3}$, observado na estação 3, em dez./07, e máximo de $7,92\text{mg.m}^{-3}$, na estação 1, no mês de jul./08, os dois valores foram registrados durante o regime de baixa-mar (Fig. 21).

Sazonalmente, foi observado que, para os dois regimes de marés, as concentrações da clorofila *a* total foram maiores nos meses chuvosos que no período de estiagem.

Foi constatada uma variação espacial que, de forma geral, apresenta um gradiente decrescente em direção a estação 3.

Na estação 1, as concentrações da biomassa fitoplanctônica total oscilaram de $1,41\text{mg.m}^{-3}$, em dez./07, durante a preamar, e $7,92\text{mg.m}^{-3}$, na maré baixa do mês de jul./08.

Na estação 2, os teores variaram de $0,57\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez./07, a $5,17\text{mg.m}^{-3}$, em jun./08, ambos registrados na preamar.

Na estação 3, o valor mínimo registrado foi de $0,5\text{mg.m}^{-3}$, em dez./07, e o máximo foi $7,72\text{mg.m}^{-3}$, no mês de jul./08, ambos observados durante a baixa-mar.

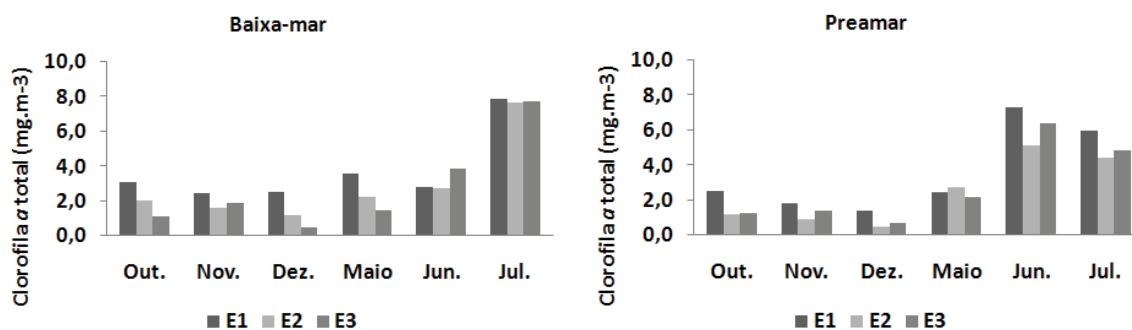


Figura 21 – Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica total – clorofila *a* (mg.m^{-3}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.

4.3.2 Biomassa Fitoplanctônica Fracionada (Clorofila *a*)

A clorofila *a* fracionada apresentou valores que variaram de um mínimo de $0,13\text{mg.m}^{-3}$, registrado na estação 3, em dez./07, a um máximo de $7,71\text{mg.m}^{-3}$, na estação 2, em jun./08, ambos valores observados durante a baixa-mar (Fig. 22).

Foi observada uma nítida variação sazonal nos teores de clorofila *a* fracionada, com valores mais elevados sendo observados durante o período chuvoso, em ambos os regimes de marés.

Especialmente também se observou uma variação, com um gradiente decrescente em direção a estação 3 no período de estiagem, porém, durante o período de chuvas ocorreu o inverso, um gradiente crescente em direção a estação 3, fatos que são melhor visualizados na baixa-mar.

A estação 1 apresentou teores que variaram de $0,92\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez./07, a $6,8\text{mg.m}^{-3}$, em jun./08, ambos na preamar.

Na estação 2, as concentrações oscilaram entre $0,54\text{mg.m}^{-3}$, observado durante a preamar do mês de nov./07, e $7,71\text{mg.m}^{-3}$, em jun./08, durante a maré baixa.

Na estação 3, a concentração mínima observada foi de $0,13\text{mg.m}^{-3}$, registrada em dez./07, na baixa-mar, e a máxima de $3,94\text{mg.m}^{-3}$, na preamar de jul./08.

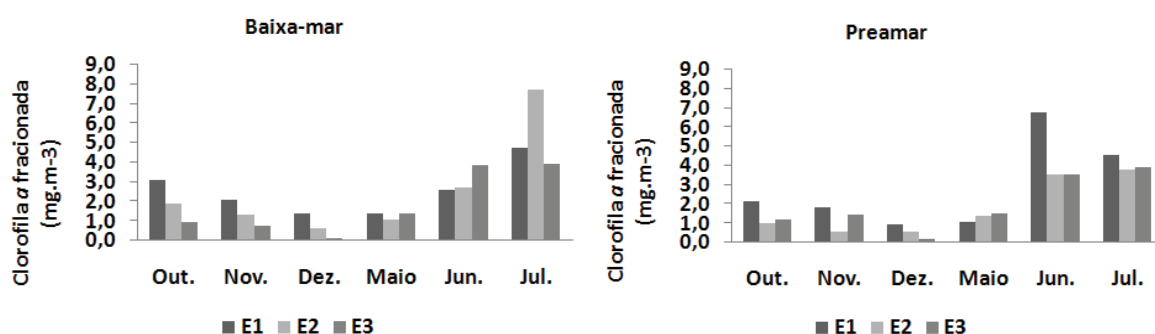


Figura 22 – Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica fracionada – clorofila *a* (mg.m^{-3}) na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08). E= Estação.

4.3.3 Composição Florística do Microfitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica, nas três estações de coleta, esteve representada por 115 táxons genéricos e infragenéricos, os quais ficaram distribuídos entre 6 divisões: Bacillariophyta (69,57%), Dinophyta (13,91%), Chlorophyta (9,57%), Cyanophyta (5,22%), Chrysophyta e Euglenophyta (0,87%), (Fig. 23).

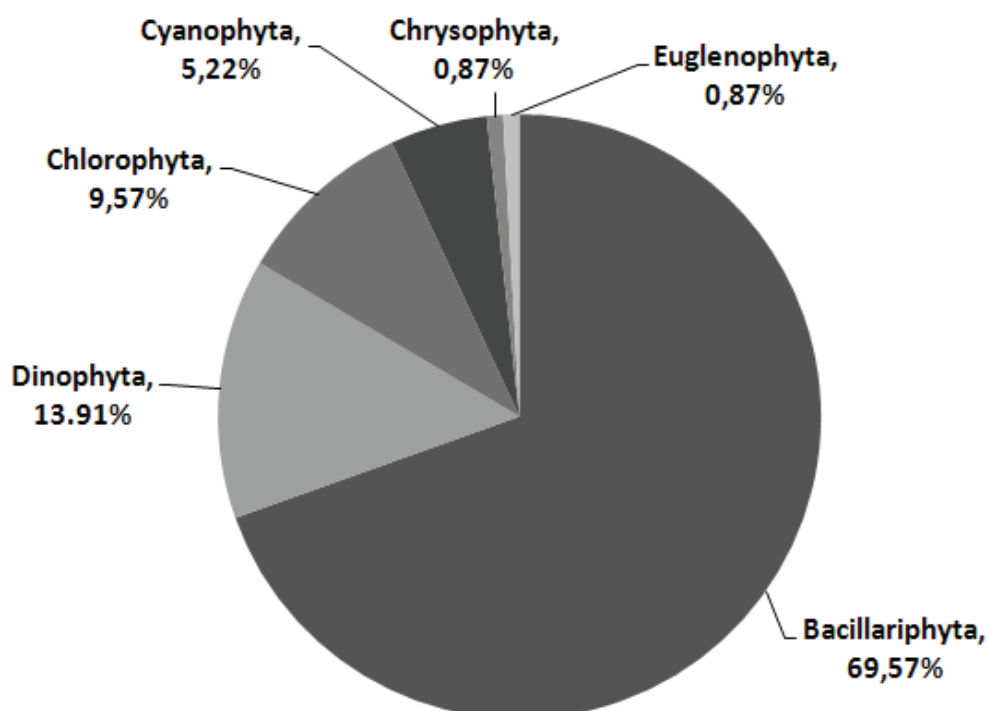


Figura 23 – Distribuição percentual do número de táxons identificados no microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.

Bacillariophyta (diatomáceas) – foi o grupo que obteve maior representatividade do microfitoplâncton na área estudada, sendo responsável por 69,57% da riqueza florística local, correspondendo a 80 táxons genéricos e infragenéricos. Seus representantes estiveram incluídos em 3 classes (Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae). A classe Coscinodiscophyceae apresentou maior número de táxons, sendo distribuídos em 5 sub-classes, 9 ordens, 13 famílias e 39 espécies, com destaque para a família Triceratiaceae, que obteve a maior diversidade, com 8 espécies, e as famílias Chaetoceraceae e Biddulphiaceae com 7 e 6 espécies respectivamente. A segunda classe mais representativa deste grupo foi a Bacillariophyceae, sendo identificadas 1 sub-classe, 6 ordens, 10 famílias e 28 espécies, destacando-se a família Bacillariaceae com 13 espécies, sendo 9 delas pertencentes ao gênero *Nitzschia*. A classe com menor nível de diversificação foi a Fragilariophyceae ficando representada por 1 sub-classe, 6 ordens, 6 famílias e 13 espécies.

Dinophyta (dinoflagelados) – foi o segundo maior grupo, em representatividade, do microfitoplâncton local, sendo responsável por 13,91% dos táxons identificados. Estes táxons estiveram distribuídos em 1 classe (Dinophyceae), 3 ordens (Prorocentrales, Gonyaulacales e Peridinales), 4 famílias (Prorocentraceae, Gonyaulacaceae, Ceratiaceae e Peridiniaceae) e 16 espécies. Destaque se dá ao gênero *Ceratium*, representado por 7 espécies.

Chlorophyta (clorofíceas) – foi o terceiro grupo em representatividade do microfitoplâncton local, correspondendo a 9,57% da comunidade. Os táxons ficaram distribuídos em 1 classe (Chlorophyceae), 3 ordens (Volvocales, Tetrasporales e Zygnematales), 6 famílias (Volvocaceae, Hydrodictyaceae, Coelastaceae, Oocystaceae, Scenedesmaceae, Zignemataceae e Desmidiaceae), 6 gêneros e 11 espécies.

Cyanophyta (cianofíceas) – ficou responsável por 5,22% da riqueza florística, sendo o quarto grupo em representatividade. Os táxons deste grupo estiveram distribuídos em 1 classe (Cyanophyceae), 2 ordens (Chroococcales e Nostocales), 3 famílias (Chroococaceae, Oscillatoriaceae e Nostocaceae) e 6 espécies.

Chrysophyta (silicoflagelados) – apresentou um percentual de 0,87%, pouco representativo na área, tendo sido identificado apenas 1 espécie.

Euglenophyta (euglenofíceas) – assim como o grupo anterior apresentou apenas 1 espécie identificada, correspondendo a 0,87% da composição da flora local.

Quadro 1 – Sinopse dos táxons identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.

Divisão: CYANOPHYTA Classe: CYANOPHYCEAE Ordem: CHROOCOCCALES Família: CHROOCOCCACEAE <i>Merismopedia punctata</i> Meyer Ordem: NOSTOCALES Família: OSCILLATORIACEAE <i>Oscillatoria</i> sp. <i>Spirulina</i> sp. <i>Trichodesmium thiebautii</i> Gomont ex Gomont Família: NOSTOCACEAE <i>Anabaena</i> sp. <i>Richelia intracellularis</i> Schmidt Divisão: EUGLENOPHYTA Classe: EUGLENOPHYCEAE Ordem: EUGLENALES Família: EUGLENACEAE <i>Phacus</i> sp. Divisão: DINOPHYTA Classe: DINOPHYCEAE Ordem: PROROCENTRALES Família: PROROCENTRACEAE <i>Prorocentrum gracile</i> Schutt <i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg Ordem: GONYAULACALES Família: GONYAULACACEAE <i>Gonyaulax polyedra</i> F. Stein <i>Gonyaulax</i> sp. <i>Gonyaulax verior</i> Sournia Ordem: PERIDINIALES Família: CERATIACEAE <i>Ceratium contortum</i> var. <i>contortum</i> (Gourret) Cleve <i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Cla. & Lachmann <i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i> (Ehrenberg) Dujardin <i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vänhoffen	<i>Ceratium pentagonum</i> Gourret <i>Ceratium teres</i> Kofoid <i>Ceratium tripos</i> var. <i>tripos</i> (O.F. Müller) Nitzsch Família: PERIDINIACEAE <i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) <i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech <i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech <i>Protoperidinium</i> sp. Divisão: BACILLARIOPHYTA Classe: COSCINODISCOPHYCEAE Sub-classe: THALASSIOSIROPHYCIDAE Ordem: THALASSIOSIRALES Família: THALASSIOSIRACEAE <i>Thalassiosira leptopus</i> (Grun.) Hasle & Frywell Sub-classe: COSCINODISCOPHYCIDAE Ordem: MELOSIRALES Família: MELOSIRACEAE <i>Melosira moniliformis</i> (O. F. Müller) Agardh Ordem: PARALIALES Família: PARALIACEAE <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve Ordem: COSCINODISCALES Família: COSCINODISCACEAE <i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus oculusiridis</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus</i> sp. Família: HELIOPELTACEAE <i>Actinopterychus senarius</i> (Her.) Ehrenberg Sub-classe: BIDDULPHYCIDAE Ordem: TRICERATIALES Família: TRICERATIACEAE <i>Cerataulus smithii</i> Ralph in Pritchard <i>Cerataulus turgidus</i> Ehrenberg
--	---

Continua...

Quadro 1 – Sinopse dos táxons identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.

Continuação...

<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	Sub-classe: CHAETOCEROPHYCIDAE
<i>Odontella longicruris</i> (Greville) Holan	Ordem: CHAETOCEROTALES
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	Família: CHAETOCEROTACEAE
<i>Triceratium alternans</i> Bailey	<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve
<i>Triceratium antediluvianum</i> (Ehr.) Grunow in Hustedt	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve
<i>Triceratium pentacrinus</i> Ehrenberg Wallicia	<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve
Família: PLAGIOGRAMMACEAE	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow
<i>Plagiogramma</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.
<i>Plagiogramma</i> sp.2	<i>Bacteriastrum delicatum</i> Cleve
<i>Dimeregramma distans</i> (Greg.) Ralphs	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder
<i>Dimeregramma marinum</i> (Greg.) Ralphs in Pritchard	
Ordem: BIDDULPHIALES	Classe: FRAGILARIOPHYCEAE
Família: BIDDULPHIACEAE	Sub-classe: FRAGILARIOPHYCIDAE
<i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith	Ordem: FRAGILARIALES
<i>Biddulphia tridens</i> Ehrenberg	Família: FRAGILARIACEAE
<i>Climacodium frauenfeldianum</i> Grunow	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg	<i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round
<i>Terpsinoe americana</i> (Bailey) Ralphs	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	<i>Podocystis adriatica</i> Kützing
Ordem: HEMIAULALES	Ordem: LICMOPHORALES
Família: HEMIAULACEAE	Família: LICMOPHORACEAE
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh
Família: BELLEROCHEACEAE	Ordem: THALASSIONEMATALES
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) vanHeurck	Família: THALASSIONEMATACEAE
Família: STREPTOTHECACEAE	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow
<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard	Ordem: RHABDONEMATALES
	Família: RHABDONEMATACEAE
Sub-classe: RHIZOLENIOPHYCIDAE	<i>Rabdonema adriaticum</i> Kützing
Ordem: RHIZOLENIALES	<i>Rabdonema punctatum</i> (Harvey & Barley) Stodder
Família: RHIZOLENIACEAE	Ordem: STRIATELLALES
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfth) Hasle	Família: STRIATELLACEAE
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	<i>Grammatophora hamulifera</i> Kützing
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing
	<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg
	<i>Grammatophora serpentina</i> (Ralphs) Ehrenberg

Continua...

Quadro 1 – Sinopse dos táxons identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.

Conclusão.	
Ordem: CLIMACOSPHEIALES Família: CLIMACOSPHEIACEAE <i>Climacosphenia moniligera</i> (Lingbye) Kutzing Classe: BACYLLARIOPHYCEAE Sub-classe: BACYLLARIOPHYCIDAE Ordem: LYRELLALES Família: LYRELLACEAE <i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karayeva Ordem: ACHNANTHALES Família: ACHNANTHACEAE <i>Achnantes longipes</i> Agardh Família: COCCONEIDACEAE <i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow <i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg Ordem: NAVICULALES Família: AMPHIPLEURACEAE <i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i> (Bailey) Cleve Família: DIPLONEIDACEAE <i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Cleve Família: NAVICULACEAE <i>Navicula liber</i> W. Smith <i>Navicula</i> sp. <i>Navicula</i> sp.2 Família: PLEUROSIGMATACEAE <i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> sp. Família: PLAGIOTROPIDACEAE <i>Tropidoneis lepidoptera</i> (Gregory) Cleve Ordem: THALASSIOPHYSALES Família: CATENULACEAE <i>Amphora gigantea</i> Grunow ex. Schmidt Ordem: BACILLARIALES Família: BACILLARIACEAE <i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Muller) Hendey <i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reiman Lewis <i>Hantzschia amphioxys</i> Grunow <i>Nitzschia grannulata</i> Grunow <i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>incerta</i> Grunow (?) <i>Nitzschia lanceolata</i> Smith <i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Grunow	<i>Nitzschia punctata</i> (Smith) Grunow <i>Nitzschia scalaris</i> (Ehrenberg) W. Smith <i>Nitzschia seriata</i> Cleve <i>Nitzschia</i> sp. <i>Nitzschia spathulata</i> Brébisson <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> Grunow Ordem: SURIRELLALES Família: ENTOMONEIDACEAE <i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg Família: SURIRELLACEAE <i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenberg <i>Surirela fastuosa</i> Ehrenberg Divisão: CHRYSOPHYTA Classe: CHRYSOPHYCEAE Ordem: DICTYOCHEALES Família: DICTYOCHEACEAE <i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg Divisão: CHLOROPHYTA Classe: CHLOROPHYCEAE Ordem: VOLVOCALES Família: VOLVOCEAE <i>Volvox aureus</i> Ehrenberg Ordem: TETRASPORALES Família: HYDRODICTYACEAE <i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralph Família: COELASTRACEAE <i>Coelastrum</i> sp. Família: OOCYSTACEAE <i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindaik Família: SCENEDESMACEAE <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat <i>Scenedesmus quadricauda</i> Chodat <i>Scenedesmus</i> sp. Ordem: ZYGNEMATALES Família: ZYGNEMATACEAE <i>Spirogyra</i> sp. Família: DESMIDIACEAE <i>Closterium</i> sp. <i>Cosmarium</i> sp.

4.3.4 Estrutura e Variação Sazonal da Flora

Dos 115 táxons identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, 99 foram encontrados no período de estiagem, destaque para a divisão Bacillariophyta, com 76 dos respectivos táxons, que correspondem a 76,77% da comunidade neste período. Apresentando menor representatividade, foram encontradas, também, 11 espécies pertencentes à divisão Dinophyta (11,11%), 06 da divisão Cyanophyta (6,06%) e 6 da divisão Chlorophyta (6,06%) (Fig. 24).

Durante o período chuvoso, foram identificados 94 táxons genéricos e infragenéricos, que estiveram representados por 66 espécies da divisão Bacillariophyta (70,21%), 12 da divisão Dinophyta (12,77%), 10 da divisão Chlorophyta (10,64%), 4 da divisão Cyanophyta (4,26%) e as divisões Chrysophyta e Euglenophyta (1,06%) ambas sendo representadas por apenas 1 táxon.

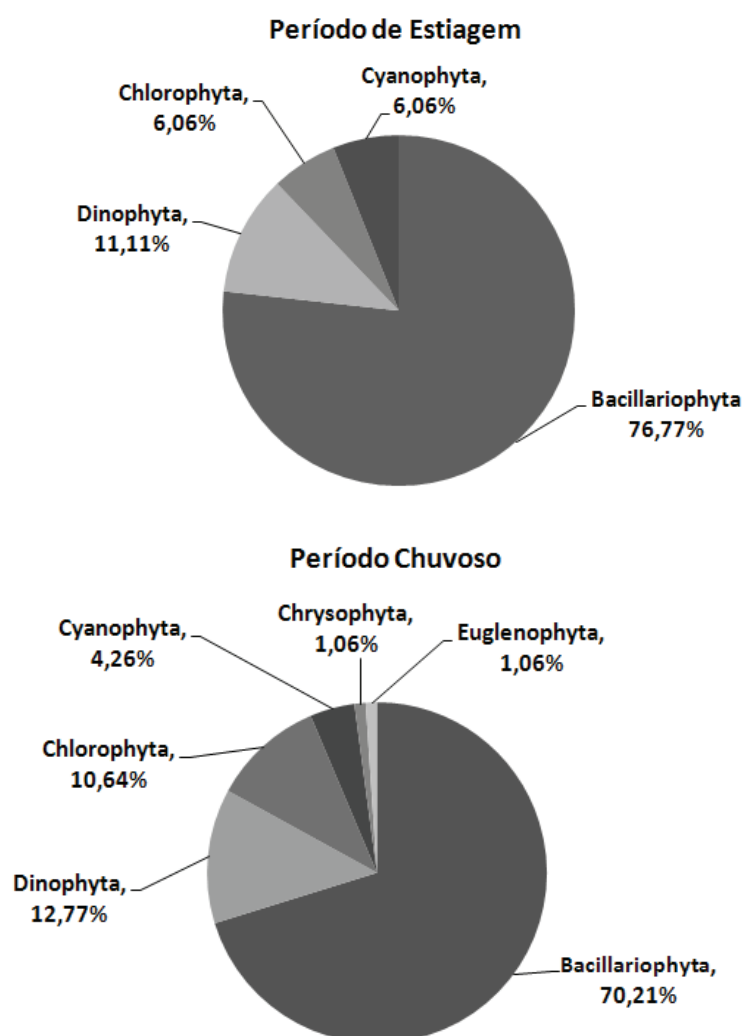


Figura 24 – Distribuição percentual do número de táxons do microfitoplâncton identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, respectivos para os períodos seco e chuvoso.

Na estação 1, durante todo o período estudado, a flora microfitoplanctônica esteve representada por 96 táxons genéricos e infragenéricos. A riqueza de espécies variou de 21 (baixa-mar de jul./08) a 48 espécies (preamar de maio/08). Para o período de estiagem, foram identificados 80 táxons, distribuídos entre: 61 Bacillariophyta, 8 Dinophyta, 7 Chlorophyta e 4 Cyanophyta. Para o período chuvoso, identificou-se 76 táxons, sendo 57 Bacillariophyta, 9 Dinophyta, 6 Chlorophyta, 3 Cyanophyta e 1 espécie de Chrysophyta (Fig. 25).

Na estação 2, o microfitoplâncton esteve composto por 99 táxons, com a riqueza de espécies variando entre 23 (preamar de dez./07) e 55 espécies (preamar de jul./08). Para o período de estiagem a flora esteve representada por 74 espécies, distribuídas por 56 Bacillariophyta, 9 Dinophyta, 4 Chlorophyta e 5 Cyanophyta. Já para o período chuvoso a flora microfitoplanctônica esteve representada por 79 espécies, sendo 57 Bacillariophyta, 10 Dinophyta, 4 Chlorophyta, 4 Cyanophyta, 1 espécie de Chrysophyta e outra espécie de Euglenophyta (Fig. 25).

Para a estação 3, a flora do microfitoplâncton esteve representada por 95 táxons, sua riqueza de espécies variou de 17 (preamar de out./07) a 58 espécies (baixa-mar de jul./08). No período de estiagem, a flora esteve representada por 66 táxons distribuídos por 51 Bacillariophyta, 8 Dinophyta, 4 Chlorophyta e 3 Cyanophyta. Já durante o período chuvoso, foram identificadas 81 espécies representadas por 58 Bacillariophyta, 11 Dinophyta, 8 Chlorophyta, 3 Cyanophyta e 1 espécie de Chrysophyta (Fig. 25).

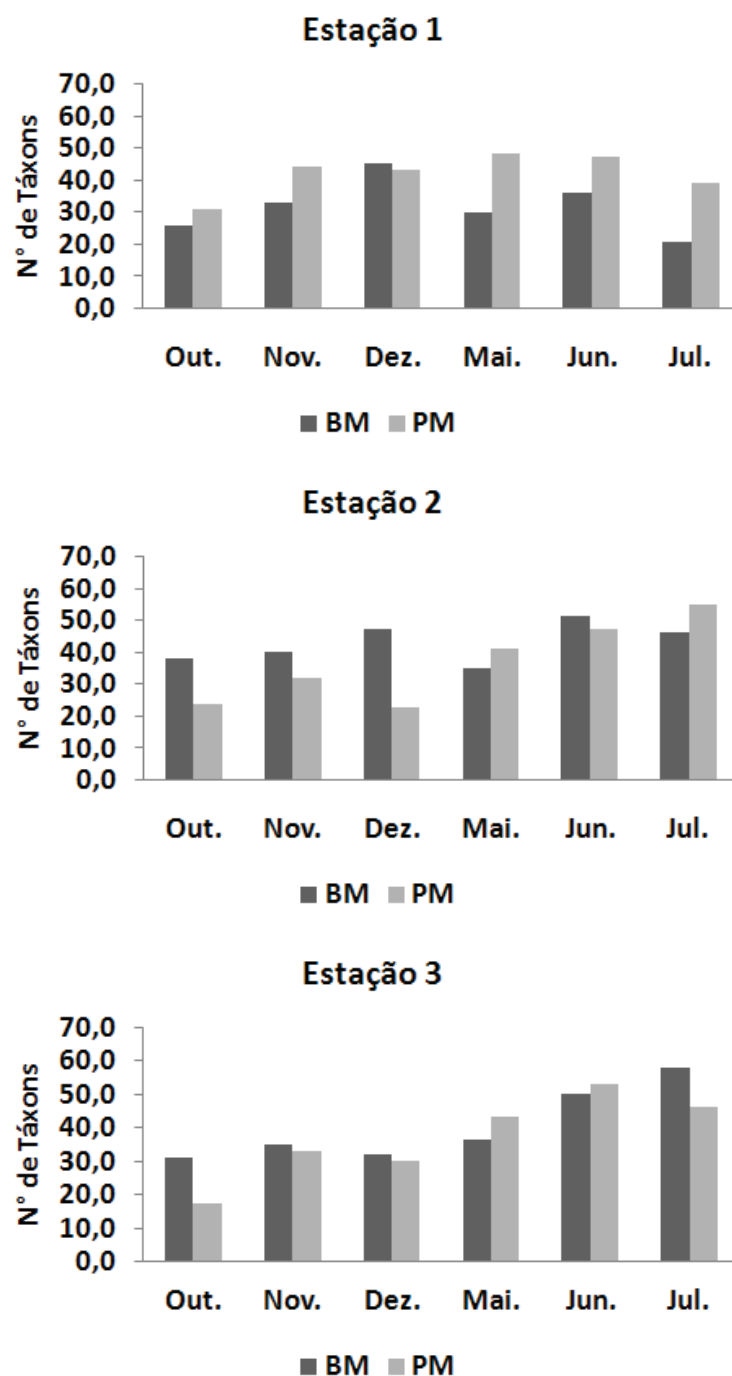


Figura 25 – Distribuição da riqueza taxonômica do microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar dos períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. E jul/08). BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.3.5 Abundância Relativa dos Táxons

Apesar de terem sido identificadas 115 espécies de microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, apenas uma espécie foi considerada dominante, *Asterionellopsis glacialis* (Bacillariophyta).

Estação 1 – nesta estação não foi registrada nenhuma ocorrência de espécie que fosse classificada como **dominante**.

Já as espécies **abundantes**, foram representadas por: *Asterionellopsis glacialis*, com 50,77 e 58,31%, em jun./08 e jul./08, respectivamente, ambas durante a preamar; e *Thalassionema nitzschioides*, com 42,39%, em nov./07, também durante o regime de preamar.

Em relação às espécies **pouco abundantes**, optou-se por citar apenas as que alcançaram percentuais entre 25 – 40%, ficando as demais (10 – 25%), representadas na tabela 1. Ocorreram, portanto, *Asterionellopsis glacialis*, com 34,57 e 38,33%, em maio/08 e jun./08, respectivamente, ambas durante a baixa-mar; *Chaetoceros curvisetus*, com 35,44%, na preamar do mês de maio/08; *Chaetoceros lorenzianus*, com 30,05%, em maio/08 durante a preamar; *Paralia sulcata*, com 35,43%, durante a preamar do mês de out./07; e por fim, *Thalassionema nitzschioides*, com 27,15 e 26,50%, nos meses de out./07 e dez./07, ambas durante a preamar. As demais espécies classificadas como **pouco abundantes** e **raras** desta estação podem ser visualizadas na tabela 1.

Estação 2 – assim como na estação 1, nesta estação não ocorreu nenhuma espécie **dominante** no ambiente.

Em relação às espécies **abundantes**, estas foram registradas em número de três (3), representadas apenas pela divisão Bacillariophyta, destacando-se: *Asterionellopsis glacialis*, que apresentou percentual mais significativo (65,68%) durante a baixa-mar do mês de jun./08; *Chaetoceros curvisetus*, com 40,04 e 46,03%, ambos no mês de maio/08, durante a baixa-mar e preamar, respectivamente; e *Chaetoceros lorenzianus*, com 45,20%, no regime de preamar do mês de out./07.

Já as espécies **pouco abundantes**, destacam-se: *Asterionellopsis glacialis*, com 33,75%, na baixa-mar de maio/08; *Chaetoceros lorenzianus*, com 32,01%, em maio/08, na preamar; *Chaetoceros* sp., com 30,70%, durante a baixa-mar de out./07; *Asterionellopsis glacialis*, com 34,35%, em nov./07, na preamar; e *Protoperidinium*

sp., com 37,30% de abundância relativa, durante a preamar de dez./07. A visualização das demais espécies **pouco abundantes** e **raras** desta estação está representada na tabela 2.

Estação 3 – nesta estação foi registrada a única ocorrência de espécie **dominante**, *Asterionellopsis glacialis*, atingindo 71,10% de abundância relativa durante a preamar do mês de jul./08.

As espécies **abundantes** foram em número de três (3), sendo duas da divisão Bacillariophyta e a outra da divisão Dinophyta, são elas: *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros curvisetus* e *Protoperidinium* sp..

Para as espécies **pouco abundantes**, seis espécies merecem destaque, sendo 5 da divisão Bacillariophyta e a outra da divisão Dinophyta, são elas: *Bleakeleya notata*, *Bacillaria paxillifera*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Paralia sulcata*, *Thalassionema nitzschioides*, *Protoperidinium* sp.. As demais espécies **pouco abundantes** juntamente com as **raras** podem ser visualizadas na tabela 3.

Tabela 1 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém-PE, ocorrentes na estação 1.

Táxons	Estação 01											
	Out.		Nov.		Dez.		Maio		Jun.		Jul	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
CYANOPHYTA												
<i>Anabaena</i> sp.												
<i>Merismopedia punctata</i>			1.21		1.10							
<i>Oscillatoria</i> sp.	1.68			0.82	1.65	0.19	0.86	0.15	0.70	0.12	3.57	
<i>Richelia intracellularis</i>												
<i>Spirulina</i> sp.					0.91					0.06		
<i>Trichodesmium thiebautii</i>		1.66		1.22				0.10	0.70		2.68	
EUGLENOPHYTA												
<i>Phacus</i> sp.												
DINOPHYTA												
<i>Ceratium contortum</i> var. <i>contortum</i>												
<i>Ceratium furca</i>				0.27								
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>								0.05				
<i>Ceratium macroceros</i>								0.10				
<i>Ceratium pentagonum</i>												
<i>Ceratium teres</i>						0.19						
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>tripos</i>												
<i>Gonyaulax polyedra</i>					0.09	0.19		0.23				
<i>Gonyaulax</i> sp.						0.37						
<i>Gonyaulax verior</i>								1.28				
<i>Prorocentrum gracile</i>				0.95		0.19					0.10	
<i>Prorocentrum micans</i>					0.09			0.53		0.06		
<i>Protoperdinium brevipes</i>		0.33										
<i>Protoperdinium conicum</i>								0.08				
<i>Protoperdinium grande</i>								0.18				
<i>Protoperdinium</i> sp.	0.56	0.33		5.03	0.37	2.79	0.29	0.13		0.24		
BACILLARIOPHYTA												
<i>Achnantes longipes</i>					0.09				0.70		0.89	0.05
<i>Actinocyclus senarius</i>				0.14								
<i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i>	1.12	1.32	3.63	0.41	16.56	0.37	4.00	0.38	3.14	0.41		0.14
<i>Amphora gigantea</i>	3.35	0.99	6.45	0.95	0.82	1.12	4.00	0.20	3.48	0.71	0.89	0.38
<i>Asterionellopsis glacialis</i>				1.49			34.57	19.93	38.33	50.77	15.18	58.31
<i>Bacillaria paxillifera</i>	2.23				7.59	3.16		0.40				
<i>Bacteriastrium delicatum</i>								0.03				
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>								0.05				
<i>Bellerophon malleus</i>												
<i>Biddulphia biddulphiana</i>												
<i>Biddulphia tridens</i>								0.03		0.12		0.10
<i>Bleakella notata</i>		0.33		0.14	0.27							
<i>Campylodiscus fastuosus</i>												
<i>Campyloneis grevillei</i>	1.12	5.30		2.04	0.37	4.09	0.29	0.18	0.70	1.00	2.68	0.33
<i>Cerataulina pelagica</i>				0.82				0.05		0.06		
<i>Cerataulus smithii</i>		0.66		0.14	0.27	0.56		0.35		0.24		
<i>Cerataulus turgidus</i>	1.68	0.99	0.40	2.58	1.28	1.30	1.14	0.95	0.35	1.89	0.89	0.24
<i>Chaetoceros atlanticus</i>												
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	5.03	0.66					6.86	35.44	0.35	1.47		0.24
<i>Chaetoceros diversus</i>												
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	5.59						5.71	30.05	0.70	3.89		2.15
<i>Chaetoceros</i> sp.	8.94	0.33					5.43	1.23	3.83	2.30		0.57
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>												
<i>Climacosphenia moniligera</i>						0.19		0.38				
<i>Cocconeis scutellum</i>		0.66	0.40	0.95	0.18	1.67		0.03	0.70	0.29		0.10
<i>Coscinodiscus centralis</i>				0.27	1.37			0.23				
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	1.12		0.40									
<i>Coscinodiscus oculusiridis</i>	2.23	0.33	1.21	1.77	7.14	10.22	6.00	2.45	3.14	1.65	1.79	0.62
<i>Coscinodiscus</i> sp.		1.99		0.54		0.56	0.57		0.70		1.79	0.14
<i>Cylindrotheca closterium</i>			0.81	0.27	14.82			0.57	0.35			
<i>Dimeregramma distans</i>			1.61	0.54		0.74						0.29
<i>Dimeregramma marinum</i>											13.39	1.10
<i>Diploneis bombus</i>			0.40		0.09	0.19	0.29	0.03		0.12		
<i>Entomoneis alata</i>	3.35	0.99		0.27	0.09							
<i>Fragilaria capucina</i>	0.56	2.32	2.02	4.35	1.37	8.92	0.57	1.20	1.74	3.77	4.46	0.81
<i>Grammatophora hamulifera</i>				0.27								
<i>Grammatophora marina</i>		0.99				0.37	0.29			0.24	2.68	0.10

Continua...

Tabela 1 – Abundância relativa (%) das espécies do microfítotoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 1.

Táxons	Conclusão.											
	Estação 01											
	Out.		Nov.		Dez.		Maio		Jun.		Jul.	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Grammatophora oceanica</i>				0.14	0.46	0.93		0.03		0.18		
<i>Grammatophora serpentina</i> sp.												
<i>Guinardia striata</i>							1.43	0.68		2.71		
<i>Hantzschia amphioxys</i>					0.27	0.19			1.74			
<i>Heliotheca thamensis</i>		1.32	1.21	0.68	0.27	0.37	1.71	0.13	0.35	0.53		0.29
<i>Isthmia enervis</i>					0.09	0.19		0.03				
<i>Licmophora abbreviata</i>	2.23	0.33	1.21	0.68	4.67	4.09		0.10	1.74	0.47		0.29
<i>Lyrella lyra</i>		0.33										
<i>Melosira moniliformis</i>			14.92	1.49	11.71	0.74	1.14	0.20	1.74	0.83		
<i>Navicula liber</i>						0.19			0.35	0.06	2.68	0.10
<i>Navicula</i> sp.	8.94		4.03	0.41	9.79	1.86	4.00	0.35	3.48	1.83	7.14	0.29
<i>Navicula</i> sp.2										0.12		
<i>Nitzschia granulata</i>	0.56											
<i>Nitzschia incerta</i>												
<i>Nitzschia lanceolata</i>		1.99		3.53	0.18	3.72				0.47		
<i>Nitzschia longissima</i>	7.26		1.21	0.27	2.65	1.12			0.70	0.41		0.14
<i>Nitzschia punctata</i>	1.12											
<i>Nitzschia scalaris</i>			0.40						0.35	0.06	1.79	0.05
<i>Nitzschia seriata</i>												
<i>Nitzschia</i> sp.		1.32	0.81	1.90	1.65	3.90	8.29	0.13	12.54	3.66	16.96	0.76
<i>Nitzschia</i> sp.2						0.19						
<i>Odontella aurita</i>		0.99	0.81	0.41		0.74	0.57	0.03		0.53		0.86
<i>Odontella longicurris</i>		0.66		0.27								
<i>Odontella mobiliensis</i>		0.99		0.54					0.35	0.47		0.19
<i>Paralia sulcata</i>	8.38	35.43	18.55	11.82	2.74	20.45	0.57	0.63	0.70	4.01	5.36	1.67
<i>Plagiogramma</i> sp.												
<i>Plagiogramma</i> sp.2		4.30	4.03	6.66	0.18	4.46	1.14	0.20	1.05	2.24		2.20
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.	9.50	2.32	2.42	0.68	4.30	1.30	3.43	0.53	4.88	1.83	8.93	0.24
<i>Podocystis adriatica</i>	0.56			0.27	0.18	0.37				0.12		0.05
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>			13.31				2.00			0.24		
<i>Rabdonema adriaticum</i>				0.14	0.18	0.37						0.05
<i>Rabdonema punctatum</i>												
<i>Rhizosolenia setigera</i>							2.86	0.15	0.35	0.29		
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	1.12							0.23		0.12		0.24
<i>Surirela fastuosa</i>		0.66				0.37	0.29			0.18		0.10
<i>Terpsinoe americana</i>												
<i>Terpsinoe musica</i>	0.56		0.40		0.27			0.05	0.35		1.79	0.05
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	18.99	27.15	3.23	42.39	0.18	13.94		0.15	5.23	7.84	3.57	26.50
<i>Thalassiosira leptopus</i>		1.99	0.81	1.09	0.37	2.42				0.18		
<i>Triceratium alternans</i>				0.14								
<i>Triceratium antediluvianum</i>				0.14								0.05
<i>Triceratium pentacrinus</i>						0.19						
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	2.23		1.61	0.14	0.91	0.56			0.35			
CHRY SOPHYTA												
<i>Dictyocha fibula</i>										0.41		
CHLOROPHYTA												
<i>Cloroficeae filamentosa</i>									2.79			
<i>Closterium</i> sp.			0.40		0.37			0.03		0.06		0.05
<i>Coelastrum</i> sp.												
<i>Cosmarium</i> sp.			0.40		0.09							
<i>Monoraphidium arcuatum</i>									1.05			
<i>Pediastrum tetras</i>			0.40		0.46		0.29					
<i>Scenedesmus acuminatus</i>			0.40		0.55							
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			0.81		0.91				0.35		0.89	
<i>Scenedesmus</i> sp.										0.77		0.10
<i>Spirogyra</i> sp.			10.08									
<i>Volvox aureus</i>												
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza de espécies	26	31	33	44	45	43	30	48	36	47	21	39
Diversidade	4.01	3.22	3.98	3.49	4.04	4.13	3.67	2.58	3.62	3.20	3.81	2.03
Equitabilidade	0.85	0.65	0.79	0.64	0.74	0.76	0.75	0.46	0.70	0.58	0.87	0.38

Tabela 2 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 2.

Táxons	Estação 02											
	Out.		Nov.		Dez.		Maio		Jun.		Jul	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
CYANOPHYTA												
<i>Anabaena</i> sp.					0.25							0.01
<i>Merismopedia punctata</i>					0.74							
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.71	2.78	1.30	1.30	0.98	0.79		0.12	0.16		0.09	0.01
<i>Richelia intracellularis</i>	2.72											
<i>Spirulina</i> sp.									0.03			
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	0.35	15.66		1.30	1.23		0.18	0.05				0.01
EUGLENOPHYTA												
<i>Phacus</i> sp.									0.11			
DINOPHYTA												
<i>Ceratium contortum</i> var. <i>contortum</i>		0.25										
<i>Ceratium furca</i>				1.30								
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>							0.04					
<i>Ceratium macroceros</i>							0.30					0.01
<i>Ceratium pentagonum</i>							0.02		0.12			0.02
<i>Ceratium teres</i>					0.49							
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>tripos</i>		0.51										
<i>Gonyaulax polyedra</i>				0.43	0.74	0.79	0.08		0.55			0.02
<i>Gonyaulax</i> sp.												
<i>Gonyaulax verior</i>							0.71	0.05	0.12			
<i>Prorocentrum gracile</i>			0.56	1.30	0.74	19.05	0.46		0.40	0.03	0.02	
<i>Prorocentrum micans</i>							0.22		0.72			
<i>Protoperidinium brevipes</i>			0.37	0.43	0.98							
<i>Protoperidinium conicum</i>							0.08					
<i>Protoperidinium grande</i>							0.63					
<i>Protoperidinium</i> sp.	0.59	0.51	0.37	8.70	17.89	37.30	0.13	0.28		3.12	0.03	0.10
BACILLARIOPHYTA												
<i>Achnantes longipes</i>			0.37	0.87	1.23		0.27		0.11		0.03	0.01
<i>Actinopteryx senarius</i>												
<i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i>			1.49	1.74	1.23		0.30	0.06	0.69	0.09	0.26	0.05
<i>Amphora gigantea</i>	0.83		2.98		1.23	0.79	0.44	0.14	0.58	0.03	0.20	0.04
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	5.79	6.82	5.40	1.74			33.75	13.03	65.68	63.48	53.94	64.68
<i>Bacillaria paxillifera</i>					5.39					0.17		0.04
<i>Bacteriastrium delicatum</i>	0.12	1.01					0.27			0.38		0.06
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	0.12	0.51					0.10			0.03		0.04
<i>Bellerochea malleus</i>												
<i>Biddulphia biddulphiana</i>												
<i>Biddulphia tridens</i>	0.12						0.03		0.11	0.35	0.03	0.07
<i>Bleakeleya notata</i>				0.43	2.94							
<i>Campylodiscus fastuosus</i>	0.12			0.43					0.05	0.06		0.01
<i>Campyloneis grevillei</i>	0.59	0.25	1.68	1.74	2.45	0.79	0.13	0.06	0.58	0.72	0.23	0.16
<i>Cerataulina pelagica</i>								0.42	0.16	0.09		0.02
<i>Cerataulus smithii</i>	0.24								0.11		0.17	
<i>Cerataulus turgidus</i>	2.01		1.30		0.98		0.54		0.42		1.05	
<i>Chaetoceros atlanticus</i>		0.25										
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	8.26	14.39					40.04	46.03	0.47	1.36	0.09	
<i>Chaetoceros diversus</i>							0.10	0.06	0.05	0.12	0.06	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	8.38	45.20					15.07	32.01	3.06	3.99	2.04	0.81
<i>Chaetoceros</i> sp.	30.70						1.44	1.48	2.06	0.64	0.29	0.13
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>				9.13				0.24				
<i>Climacosphenia moniligera</i>			0.19		0.25			0.02	0.11		0.03	
<i>Cocconeis scutellum</i>	0.12		0.93		0.25	1.59		0.02	0.37	0.12	0.12	0.07
<i>Coscinodiscus centralis</i>			0.93		0.25							0.09
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	0.59											
<i>Coscinodiscus oculsiridis</i>	0.12	0.25		0.43	1.47	0.79	1.07	0.22	1.11	0.35	0.38	0.57
<i>Coscinodiscus</i> sp.	0.59		0.74	2.61		2.38	0.33	0.14	0.16	0.09	0.09	0.09
<i>Cylindrotheca closterium</i>			0.19									
<i>Dimeregramma distans</i>			0.37								1.13	0.03
<i>Dimeregramma marinum</i>					0.49						0.93	0.01
<i>Diploneis bombus</i>			0.56				0.03		0.21	0.03		
<i>Entomoneis alata</i>	0.47				0.25							
<i>Fragilaria capucina</i>	4.49		2.61	5.22	1.72		0.50	0.02	1.11	0.03	1.54	0.01
<i>Grammatophora hamulifera</i>												
<i>Grammatophora marina</i>					3.92				0.11			

Continua...

Tabela 2 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 2.

Táxons	Conclusão.											
	Estação 02											
	Out.		Nov.		Dez.		Maio		Jun.		Jul	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Grammatophora oceanica</i>	0.12		0.19	0.43	3.19		0.14	0.11			0.12	0.08
<i>Grammatophora serpentina</i> sp.												
<i>Guinardia striata</i>							0.60	0.59	0.69	1.45	0.03	0.06
<i>Hantzschia amphioxys</i>					0.25						0.03	
<i>Heliotheca thamensis</i>	0.71	0.25	0.74	0.43	1.96	2.38	0.17	0.14	0.47	0.26	0.52	0.75
<i>Isthmia enervis</i>		0.51									0.06	
<i>Licmophora abbreviata</i>	1.18		1.12	0.43	14.46	1.59	0.07	0.42	0.37	0.35	0.29	0.10
<i>Lyrella lyra</i>	0.12									0.03		0.02
<i>Melosira moniliformis</i>			6.70		3.92	1.59	0.20			0.06		0.10
<i>Navicula liber</i>									0.32		0.06	
<i>Navicula</i> sp.	0.47		2.79	0.87	2.45	0.79	0.30	0.18	1.37	0.26	0.32	0.18
<i>Navicula</i> sp.2			0.74									
<i>Nitzschia granulata</i>	0.12											
<i>Nitzschia incerta</i>					0.25							
<i>Nitzschia lanceolata</i>		0.25				1.59			0.58			
<i>Nitzschia longissima</i>	0.83		0.19		1.96	0.79	0.07		0.16	0.06	0.06	0.04
<i>Nitzschia punctata</i>												
<i>Nitzschia scalaris</i>												
<i>Nitzschia seriata</i>					0.25							
<i>Nitzschia</i> sp.		0.51	0.93	1.30	6.86	1.59	0.40	0.30	2.48	0.17	0.47	0.04
<i>Nitzschia</i> sp.2												
<i>Odontella aurita</i>	0.71	0.76	0.93	1.30	2.70		0.13	0.10	0.37	0.67	1.37	0.16
<i>Odontella longicruris</i>	0.12		0.37	0.87					0.05			0.01
<i>Odontella mobiliensis</i>			0.74	0.87	0.25				0.37		0.03	0.12
<i>Paralia sulcata</i>	12.04	5.05	20.86	15.22	3.68	15.87	0.30	0.22	1.21	2.54	1.25	0.96
<i>Plagiogramma</i> sp.	4.60		3.17		1.72		0.64		3.00		8.32	0.06
<i>Plagiogramma</i> sp.2												
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.	0.71	0.51	2.05	1.30	2.45	0.79	0.50	0.18	1.27	0.67	0.29	
<i>Podocystis adriatica</i>		0.25	0.19	0.87		0.79			0.21		0.03	0.02
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>			6.70		1.23		0.23	0.16		0.95		0.07
<i>Rabdonema adriaticum</i>							0.03		0.05	0.09		0.01
<i>Rabdonema punctatum</i>												
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.12						0.80	0.12	0.11	0.06	0.29	0.06
<i>Rhizosolenia styliformis</i>							0.67	0.24				0.05
<i>Surirela fastuosa</i>	0.35	0.51	0.19	0.87	0.25			0.04	0.05	0.09		0.02
<i>Terpsinoe americana</i>												
<i>Terpsinoe musica</i>									0.05		0.09	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	9.68	2.78	25.88	34.35	0.98	5.56	0.20	0.06	7.59	13.07	23.47	29.62
<i>Thalassiosira leptopus</i>			2.05	0.87	0.25	0.79				0.03		0.04
<i>Triceratium alternans</i>												
<i>Triceratium antediluvianum</i>			0.37						0.21	0.17		0.14
<i>Triceratium pentacrinus</i>												0.01
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	0.12		0.56	0.87	1.23	0.79	0.13				0.03	
CHRYSTOPHYTA												
<i>Dictyocha fibula</i>									0.11	1.68	0.03	0.03
CHLOROPHYTA												
<i>Cloroficeae filamentosa</i>									0.16		0.06	
<i>Closterium</i> sp.			0.19		0.25						0.03	0.01
<i>Coelastrum</i> sp.									0.16	0.06		
<i>Cosmarium</i> sp.												
<i>Monoraphidium arcuatum</i>												
<i>Pediastrum tetras</i>					0.49							
<i>Scenedesmus acuminatus</i>												
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		0.25			0.98							
<i>Scenedesmus</i> sp.									0.84	0.14	0.03	0.01
<i>Spirogyra</i> sp.						0.79						
<i>Volvox aureus</i>												
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza de espécies	38	24	40	32	47	23	35	41	51	47	46	55
Diversidade	3.57	3.67	3.86	3.55	4.56	3.04	2.32	2.15	2.44	2.30	2.29	1.41
Equitabilidade	0.68	0.58	0.73	0.71	0.82	0.67	0.45	0.40	0.43	0.41	0.41	0.24

Tabela 3 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 3.

Táxons	Estação 03											
	Out.		Nov.		Dez.		Maio		Jun.		Jul.	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
CYANOPHYTA												
<i>Anabaena</i> sp.										0.15	0.02	
<i>Merismopedia punctata</i>			0.23		0.49							
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.83	0.68	0.46	0.82	1.95	1.80	0.07	0.44		0.15	0.02	0.02
<i>Richelia intracellularis</i>												
<i>Spirulina</i> sp.												
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	2.20	1.37	0.46	1.64	0.49	2.40	0.02	0.06	0.05	0.15	0.04	0.02
EUGLENOPHYTA												
<i>Phacus</i> sp.												
DINOPHYTA												
<i>Ceratium contortum</i> var. <i>contortum</i>												
<i>Ceratium furca</i>				0.66	0.49	0.60	0.02					
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>								0.03				
<i>Ceratium macroceros</i>					0.49			0.19		0.08		
<i>Ceratium pentagonum</i>									0.03			0.02
<i>Ceratium teres</i>					0.49							
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>tripos</i>												
<i>Gonyaulax polyedra</i>				3.28	1.46	2.40	0.11	0.03	0.05	0.30	0.05	0.31
<i>Gonyaulax</i> sp.												
<i>Gonyaulax verior</i>								0.47	0.03	0.23		0.02
<i>Prorocentrum gracile</i>			1.83	5.08	1.95	4.19	0.14	0.28	0.35	0.15	0.05	0.38
<i>Prorocentrum micans</i>				0.98			0.16	0.13		0.53	0.02	0.12
<i>Protoperidinium brevipes</i>		2.05	1.14	1.15	0.49	0.60			0.11		0.02	
<i>Protoperidinium conicum</i>												
<i>Protoperidinium grande</i>								0.09		0.08		
<i>Protoperidinium</i> sp.			18.04	46.39	28.29	14.97	0.59	1.50	2.56	3.17	0.16	0.88
BACILLARIOPHYTA												
<i>Achnantes longipes</i>												
<i>Actinocyclus senarius</i>												
<i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i>	0.55	1.37	0.68			0.60	0.25	0.06	0.27	0.23	0.15	0.07
<i>Amphora gigantea</i>			2.28	0.16	0.98	1.20	0.16	0.06	0.22		0.15	0.05
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	1.65						19.22	15.50	65.91	40.92	46.14	71.10
<i>Bacillaria paxillifera</i>						28.14				0.08		0.01
<i>Bacteriastrium delicatum</i>								0.03			0.05	0.01
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>							0.02	0.06			0.02	0.04
<i>Bellerochea malleus</i>											0.05	0.14
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	0.28											
<i>Biddulphia tridens</i>				0.66					0.19	0.53	0.05	0.08
<i>Bleakeleya notata</i>	37.47				1.95	4.79						
<i>Campylodiscus fastuosus</i>											0.07	
<i>Campyloneis grevillei</i>	6.06	4.79	1.14	2.13	14.15	6.59	0.02	0.25	0.59	2.34	0.62	0.13
<i>Cerataulina pelagica</i>				0.33			0.32	1.00		0.45		
<i>Cerataulus smithii</i>												
<i>Cerataulus turgidus</i>			0.23				0.05	0.06		0.15	0.20	
<i>Chaetoceros atlanticus</i>												
<i>Chaetoceros curvisetus</i>							48.24	40.01	1.80	3.47	0.09	
<i>Chaetoceros diversus</i>								0.09	0.08	0.15		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>							25.67	31.92	4.85	9.12	4.29	0.58
<i>Chaetoceros</i> sp.	0.55						1.04	2.44	1.10	1.73	0.40	0.08
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>					0.98							
<i>Climacosphenia moniligera</i>	1.93	0.68						0.19		0.15	0.05	
<i>Cocconeis scutellum</i>	3.58	1.37	0.23	0.66	5.85	2.40		0.09	0.24	0.53	0.04	0.03
<i>Coscinodiscus centralis</i>								0.03				
<i>Coscinodiscus excentricus</i>												
<i>Coscinodiscus oculsiridis</i>	0.55			0.16		0.60	0.09		0.54	0.53	0.29	0.38
<i>Coscinodiscus</i> sp.				0.16	0.98			0.13	0.05		0.22	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0.28		0.23					0.06	0.13		0.04	
<i>Dimeregramma distans</i>			0.46	0.33							0.38	0.05
<i>Dimeregramma marinum</i>					0.49							
<i>Diploneis bombus</i>						1.20	0.02		0.05	0.08		0.02
<i>Entomoneis alata</i>	0.83					1.20						
<i>Fragilaria capucina</i>	0.28		2.74		0.98		0.48	0.03	0.35	0.23	0.16	0.09
<i>Grammatophora hamulifera</i>				0.16	0.98							
<i>Grammatophora marina</i>	2.20										0.04	0.06

Continua...

Tabela 3 – Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém – PE, ocorrentes na estação 3.

Táxons	Conclusão.											
	Estação 03											
	Out.		Nov.		Dez.		Maio		Jun.		Jul	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Grammatophora oceanica</i>	4.41		0.91		0.98	1.20			0.05	0.15	0.09	0.02
<i>Grammatophora serpentina</i> sp.	0.28											
<i>Guinardia striata</i>							0.27	0.63	0.70	2.41	0.07	
<i>Hantzschia amphioxys</i>			0.46									
<i>Heliotheca thamensis</i>	1.38	4.11	0.68	2.13	2.44	0.60	0.11	0.16	0.70	0.38	0.44	0.45
<i>Isthmia enervis</i>	2.20	0.68	0.46		1.95					0.08	0.02	
<i>Licmophora abbreviata</i>	2.48		2.05	0.33	2.93	1.80	0.07	0.88	0.16	0.38	0.18	0.06
<i>Lyrella lyra</i>									0.03	0.38	0.04	0.01
<i>Melosira moniliformis</i>				0.33	0.98		0.16	0.13	0.16	0.30	0.15	0.10
<i>Navicula liber</i>												
<i>Navicula</i> sp.	1.93		2.51	0.49	1.46	5.39	0.27	0.34	1.43	2.34	0.26	0.27
<i>Navicula</i> sp.2			0.23									
<i>Nitzschia granulata</i>												
<i>Nitzschia incerta</i>												
<i>Nitzschia lanceolata</i>	0.55		1.37									
<i>Nitzschia longissima</i>	0.55	0.68		0.16		0.60	0.05	0.03	0.05	0.30	0.09	0.03
<i>Nitzschia punctata</i>												
<i>Nitzschia scalaris</i>									0.05			
<i>Nitzschia seriata</i>												
<i>Nitzschia</i> sp.	4.41	2.05	1.14	0.16	2.44	2.99	0.25	0.47	0.51	0.68	0.22	0.07
<i>Nitzschia</i> sp.2												
<i>Odontella aurita</i>	1.10		0.46	0.66	0.49	0.60	0.07	0.25	0.43	0.98	0.64	0.35
<i>Odontella longicruris</i>				0.16								0.04
<i>Odontella mobiliensis</i>			0.23	0.49					0.38	0.08		0.06
<i>Paralia sulcata</i>	9.92	38.36	25.57	11.48	7.32	8.98	0.32	0.44	2.07	4.75	1.46	1.43
<i>Plagiogramma</i> sp.	0.83		1.37				0.25		0.75	0.23	0.62	0.09
<i>Plagiogramma</i> sp.2									0.16			
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.	0.28	1.37	3.20			0.60	0.34	0.53	0.67	1.88	0.44	0.20
<i>Podocystis adriatica</i>		2.05	0.23	0.33	0.49	0.60	0.02		0.05	0.53	0.02	0.02
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>								0.13		0.83	0.11	
<i>Rabdonema adriaticum</i>				0.16			0.02		0.03		0.02	
<i>Rabdonema punctatum</i>						0.60				0.15		
<i>Rhizosolenia setigera</i>							0.77	0.34	0.03	0.30	0.31	0.04
<i>Rhizosolenia styliformis</i>							0.25	0.34	0.05		0.13	0.15
<i>Surirela fastuosa</i>	1.65		0.91			0.60					0.05	
<i>Terpsinoe americana</i>				0.16								
<i>Terpsinoe musica</i>									0.03			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	6.06	35.62	23.97	17.38		1.20	0.09	0.06	9.15	13.19	39.95	21.85
<i>Thalassiosira leptopus</i>	2.75	2.05	2.05	0.16	1.46							
<i>Triceratium alternans</i>										0.15		
<i>Triceratium antediluvianum</i>									0.13	0.08	0.11	0.06
<i>Triceratium pentacrinus</i>		0.68									0.04	0.01
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>			1.60		0.49				0.11	0.38	0.13	
CHRYSTOPHYTA												
<i>Dictyocha fibula</i>									1.08	3.17	0.09	0.01
CHLOROPHYTA												
<i>Cloroficeae filamentosa</i>								0.03	0.08			
<i>Closterium</i> sp.			0.23							0.08		
<i>Coelastrum</i> sp.									0.27			
<i>Cosmarium</i> sp.			0.23								0.02	
<i>Monoraphidium arcuatum</i>											0.07	
<i>Pediastrum tetras</i>												
<i>Scenedesmus acuminatus</i>												
<i>Scenedesmus quadricauda</i>						0.60						
<i>Scenedesmus</i> sp.									1.10	0.15		
<i>Spirogyra</i> sp.				0.66	12.68						0.31	
<i>Volvox aureus</i>									0.08	0.02		
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza de espécies	31	17	35	33	32	30	36	43	50	53	58	46
Diversidade	3.63	2.51	3.44	2.82	3.76	3.78	2.03	2.40	2.31	3.45	2.04	1.40
Equitabilidade	0.73	0.61	0.67	0.56	0.75	0.77	0.39	0.44	0.41	0.60	0.35	0.25

4.3.6 Frequência de Ocorrência dos Táxons

Foi observado, em relação à frequência de ocorrência dos representantes do microfitoplâncton identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, que a maior parte dos táxons enquadrou-se na classificação pouco frequente (42,61%), seguidos dos táxons esporádicos (26,09%), frequentes (16,52%) e os muito frequentes (14,78%) em menor representação (Fig. 26).

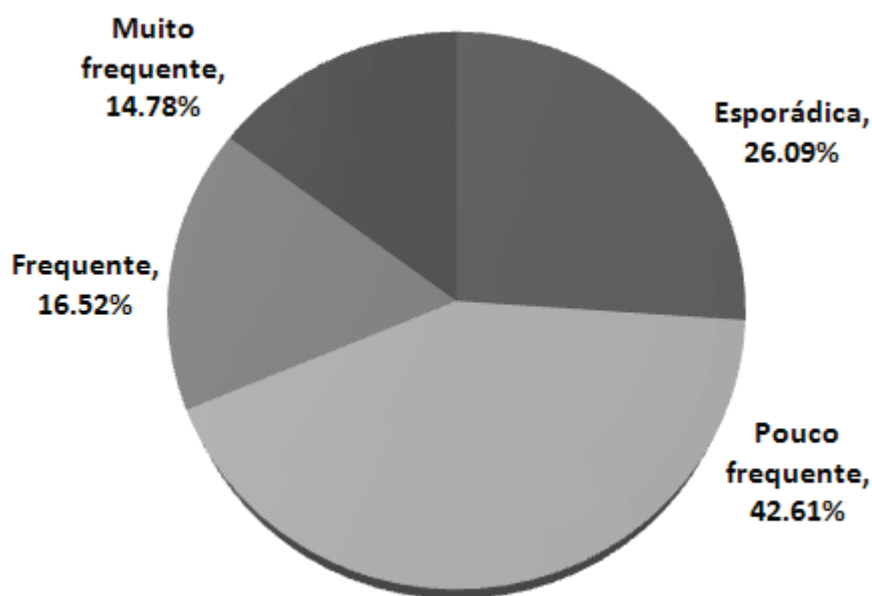


Figura 26 – Distribuição percentual das categorias de frequência de ocorrência dos táxons do microfitoplâncton na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.

Dos 115 táxons genéricos e infragenéricos identificados nas três estações de coleta, 17 deles foram considerados **muito frequentes**, sendo a sua maioria pertencente à divisão Bacillariophyta, com destaque para: *Paralia sulcata*, *Campyloneis grevillei*, *Nitzschia* sp., *Helicotheca thamesis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Navicula* sp., *Pleurosigma/Gyrosigma* sp., *Licmophora abbreviata*, *Amphora gigantea*, *Coscinodiscus oculusiridis*, *Fragilaria capucina*, *Amphiprora alata* var. *pulchra*, *Odontella aurita*, *Cocconeis scutellum* e *Nitzschia longissima*. Além destas, foram classificadas como muito frequentes, uma Cyanophyta (*Oscillatoria* sp.) e uma Dinophyta (*Protoperidinium* sp.) (Fig. 27).

Foram 19 os táxons considerados **frequentes** (Fig. 28), sendo estes distribuídos em três divisões (Bacillariophyta, Cyanophyta, Dinophyta), destacando-se: *Plagiogramma* sp., *Trichodesmium thiebautii* e *Asterionellopsis glacialis*

(66,67%); *Cerataulus turgidus* e *Podocystis adriatica* (63,89%); *Coscinodiscus* sp. e *Melosira moniliformis* (61,11%); *Chaetoceros* sp., *Grammatophora oceanica* e *Prorocentrum gracile* (58,33%); *Chaetoceros lorenzianus* (55,56%); *Chaetoceros curvisetus* (52,78%); *Surirela fastuosa*, *Tropidoneis lepidoptera* e *Gonyaulax polyedra* (50,0%); *Thalassiosira leptopus* e *Rhizosolenia setigera* (47,22%); *Odontella mobiliensis* (44,44%) e *Diploneis bombus* (41,67%).

Na categoria **pouco frequentes**, foram enquadrados 49 táxons, correspondendo a 42,61% da frequência relativa, os quais estiveram representados por todas as divisões, com exceção da divisão Euglenophyta, destaque para: *Biddulphia tridens* e *Guinardia striata* (38,89%); *Climacosphenia moniligera*, *Pseudonitzschia pungens*, *Rabdonema adriaticum* e *Rhizosolenia styliformis* (33,33%); *Achnantes longipes*, *Cerataulina pelagica*, *Closterium* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Dimeregramma distans*, *Grammatophora marina*, *Isthmia enervis*, *Prorocentrum micans* e *Protoperidinium brevipes* (30,56%); dentre outras registradas (Fig. 29).

Na categoria **esporádica** (Fig. 30), foram enquadradas 30 espécies, as quais estiveram representadas por todas as divisões, exceto a divisão Chrysophyta, o que corresponde à 26,09% do total da microflora identificada.

MUITO FREQUENTE

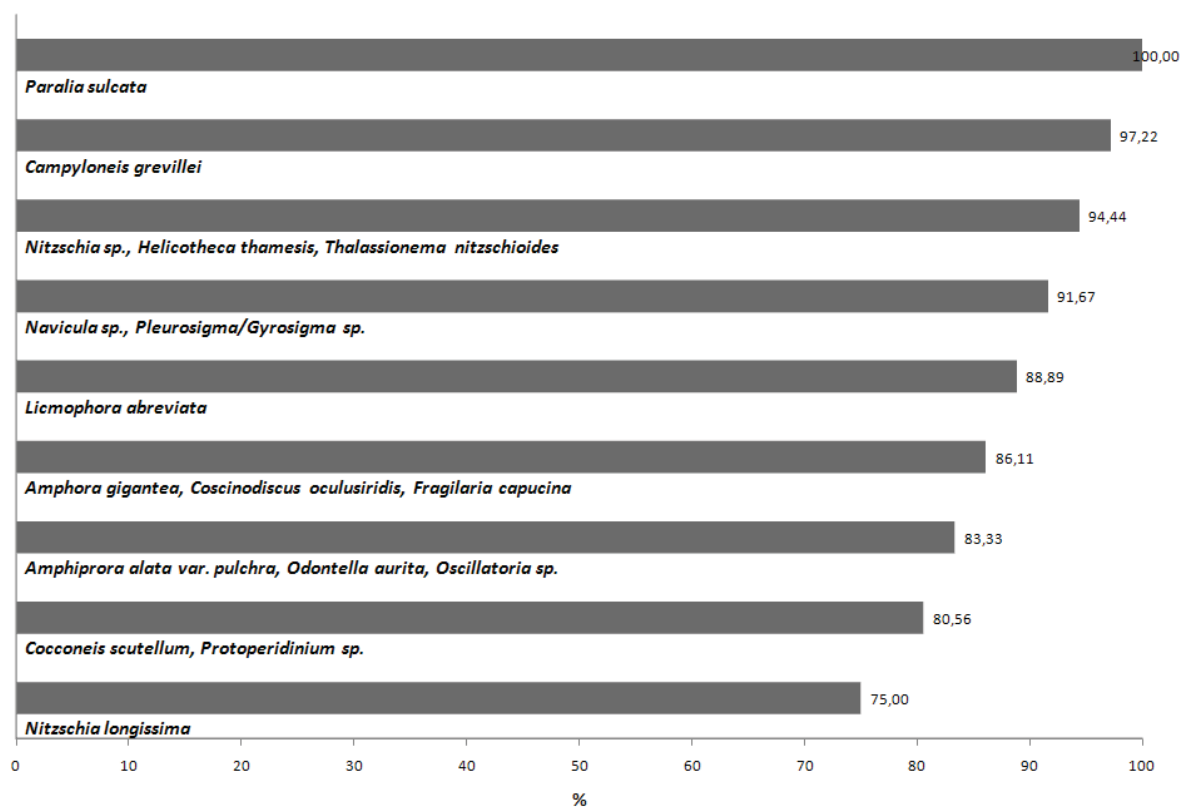


Figura 27 – Frequência de ocorrência dos táxons muito frequentes no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).

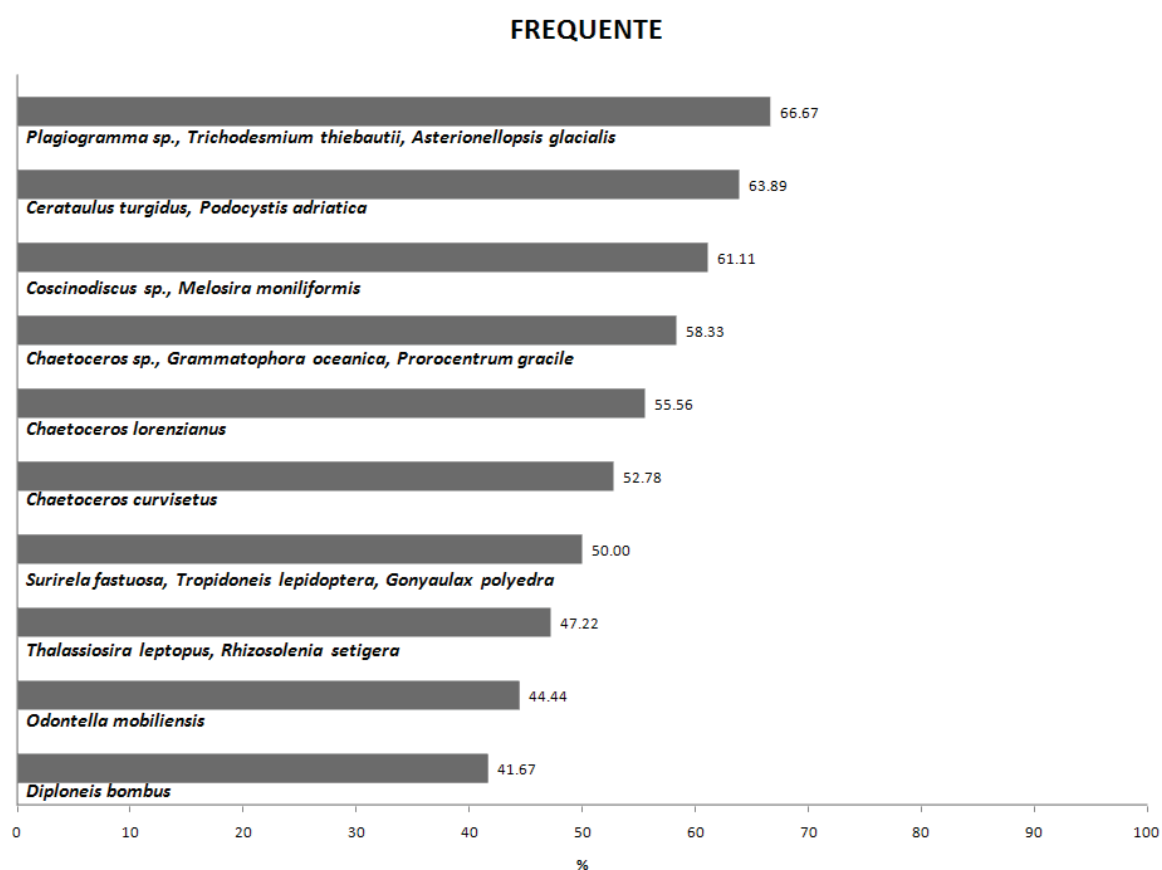


Figura 28 – Frequência de ocorrência dos táxons frequentes no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).

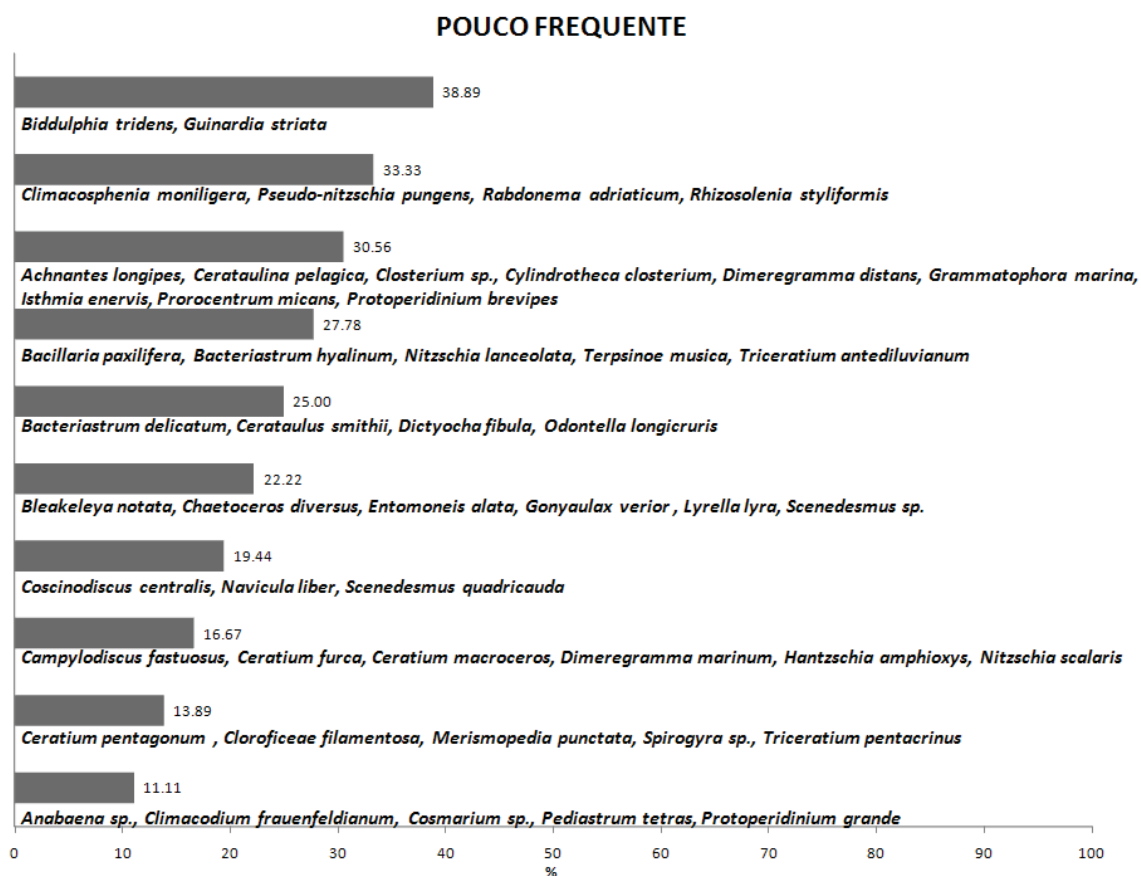


Figura 29 – Frequência de ocorrência dos táxons pouco frequentes no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).

ESPORÁDICA



Figura 30 – Frequência de ocorrência dos táxons esporádicos no microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul./08).

4.3.7 Diversidade Específica (bits.cel⁻¹) e Equitabilidade

Os índices de diversidade específica, calculados com base no número absoluto de cada táxon genérico e infragenérico, indicaram que a comunidade microfitoplanctônica, na área estudada, apresentou valores variando de baixa a alta.

Em relação ao período de estiagem, observou-se que, de acordo com os índices de diversidade específica nas estações de coleta, as amostras estiveram enquadradas entre média e alta diversidade, porém, das 18 amostras analisadas, 16 (88%) apresentaram valores superiores a 3,0bits.cel⁻¹, o que caracterizou a área com alta diversidade específica. Ainda para o período de estiagem, a menor diversidade específica foi de 2,51bits.cel⁻¹, na estação 3, durante a preamar do mês de out./07 (Fig. 31).

Para o período chuvoso, foi observado que os índices de diversidade específica caracterizaram as amostras variando de baixa a alta, entretanto, das 18 amostras analisadas, 11 (61%) apresentaram valores variando de 2,0 a 3,0bits.cel⁻¹

(média diversidade), 5 (28%) apresentaram valores superiores a $3,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ (alta), caracterizando a ares, durante este período, com média diversidade específica. Os menores valores foram 1,40 e $1,41 \text{ bits.cel}^{-1}$, ocorridos durante a preamar do mês de jul./08, nas estações 3 e 2, respectivamente, em decorrência da dominância de *Asterinellopsis gracialis*, que obteve percentuais de abundância de 71,10% e 64,68% (Fig. 31).

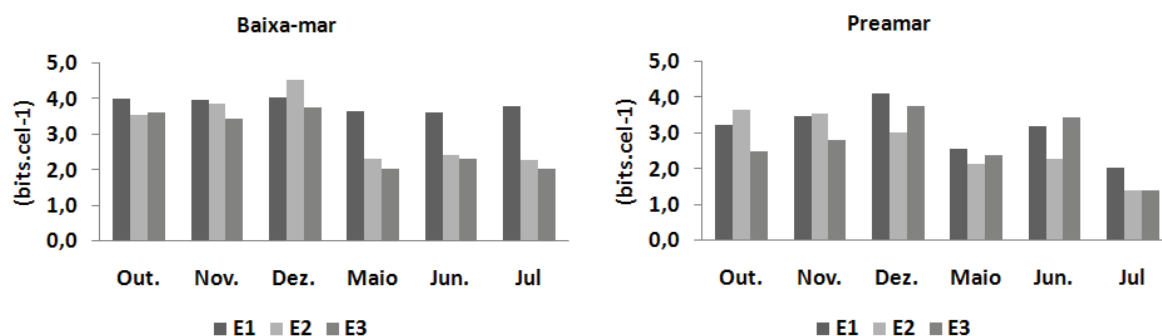


Figura 31 – Variação da diversidade específica do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar dos períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). E=Estação.

Os valores de equitabilidade, nas 3 estações, em ambos períodos anuais, mostraram-se variando de 0,24 a 0,87 (Fig. 32), entretanto, das 36 amostras analisadas, 24 (66%) apresentaram valores acima de 0,5, evidenciando que a flora microfitoplânctônica na área estudada caracterizou-se por uma distribuição uniforme.

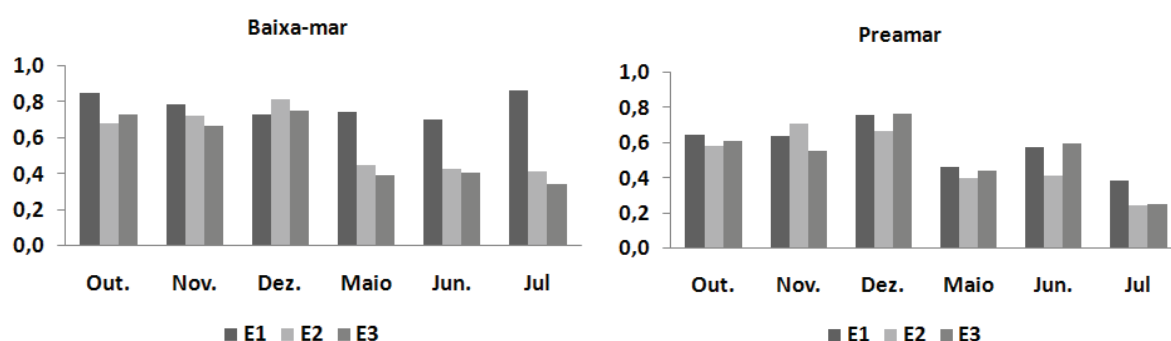


Figura 32 – Variação da equitabilidade do microfitoplâncton da região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar dos períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). E=Estação.

4.3.8 Características Ecológicas da Flora

Os táxons infragenéricos da região da desembocadura do rio Sirinhém foram enquadrados nas seguintes categorias de espécies: marinhas planctônicas

(subdivididas em neríticas e oceânicas), ticoplanctônicas, estuarinas e de água doce.

Os táxons da categoria **ticoplanctônica** constituíram a maior parcela do microfitoplâncton, com percentual de 41,49% que corresponde a 39 táxons identificados, sendo uma espécie da divisão Cyanophyta e 38 da divisão Bacillariophyta (Fig. 33 e Quadro 2).

Para as **marinhas planctônicas oceânicas** ocorreram 26 representantes, equivalentes a 27,66%, destes 15 foram da divisão Bacillariophyta, 10 da divisão Dinophyta e um da divisão Crysophyta. Para as **marinhas planctônicas neríticas** ocorreram 18 táxons, correspondendo a 19,15%, sendo um da divisão Cyanophyta, 4 da divisão Dinophyta e 13 da divisão Bacillariophyta (Fig. 33 e Quadro 2).

As espécies consideradas de **água doce**, constituíram 8,51% das espécies, representada por 8 espécies, distribuídas pelas divisões Chlorophyta (5 táxons), Bacillariophyta (2 táxons), Cyanophyta (1 taxon).

Os organismos considerados **estuarinos** constituiu 3,19% da flora, tendo apenas 3 representantes, todos da divisão Bacillariophyta (Fig. 33 e Quadro 2).

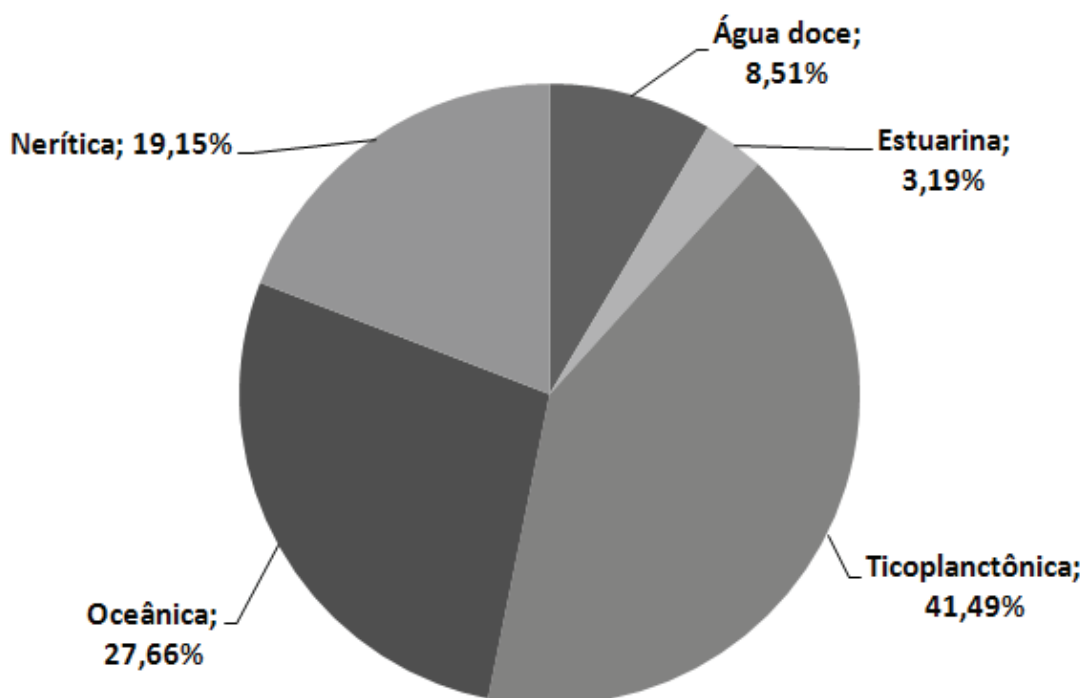


Figura 33 – Distribuição percentual quanto aos dados ecológicos dos táxons infragenéricos identificados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08).

Quadro 2 – Classificação ecológica dos táxons encontrados na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco.

CATEGORIA		NÚMERO DE TÁXONS	%	TÁXONS
MARINHA PLANCTÔNICA	NERÍTICA	18	19,15	<i>Actinopterygus senarius</i> , <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Bleakeleya notata</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Coscinodiscus oculusiridis</i> , <i>Gonyaulax polyedra</i> , <i>Gonyaulax verior</i> , <i>Helicotheca thamesis</i> , <i>Nitzschia seriata</i> , <i>Odontella longicruris</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Protoperidinium conicum</i> , <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> , <i>Richelia intracellularis</i>
	OCEÂNICA	26	27,66	<i>Chaetoceros diversus</i> , <i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Bacteriastrum delicatum</i> , <i>Bacteriastrum hyalinum</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Ceratium contortum</i> var. <i>contortum</i> , <i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i> , <i>Ceratium macroceros</i> , <i>Ceratium pentagonum</i> , <i>Ceratium teres</i> , <i>Ceratium tripos</i> var. <i>tripos</i> , <i>Chaetoceros atlanticus</i> , <i>Climacodium frauenfeldianum</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Dictyocha fibula</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Grammatophora oceanica</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Prorocentrum gracile</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium brevipes</i> , <i>Protoperidinium grande</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Rhizosolenia styliformis</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i>
TICOPLANCTÔNICA		39	41,49	<i>Achnantes longipes</i> , <i>Amphiprora alata</i> var. <i>pulchra</i> , <i>Amphora gigantea</i> , <i>Biddulphia biddulphiana</i> , <i>Campylodiscus fastuosus</i> , <i>Campyloneis grevillei</i> , <i>Cerataulus smithii</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Climacosphenia moniligera</i> , <i>Cocconeis scutellum</i> , <i>Coscinodiscus excentricus</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Dimeregramma distans</i> , <i>Dimeregramma marinum</i> , <i>Diploneis bombus</i> , <i>Grammatophora hamulifera</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Grammatophora serpentina</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Lyrella lyra</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Navicula liber</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia punctata</i> , <i>Nitzschia scalaris</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Rabdonema adriaticum</i> , <i>Rabdonema punctatum</i> , <i>Surirela fastuosa</i> , <i>Terpsinoe americana</i> , <i>Terpsinoe musica</i> , <i>Triceratium alternans</i> , <i>Triceratium antediluvianum</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Trichodesmium thiebautii</i> , <i>Tropidoneis lepidoptera</i>
ESTUARINA		03	3,19	<i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Nitzschia granulata</i> , <i>Nitzschia lanceolata</i>
ÁGUA DOCE		08	8,51	<i>Fragilaria capucina</i> , <i>Merismopedia punctata</i> , <i>Monoraphidium arcuatum</i> , <i>Nitzschia incerta</i> , <i>Pediastrum tetras</i> , <i>Scenedesmus acuminatus</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Volvox aureus</i>

4.4 *Análise Estatística*

Foram realizadas duas Análise dos Componentes Principais (ACP): a primeira englobando parâmetros bióticos e abióticos da camada superficial; e a segunda só com os parâmetros abióticos, incluindo a camada superficial e profunda.

4.4.1 **Análise dos Componentes Principais (ACP) – Parâmetros de Superfície**

Dentre as espécies do microfitoplâncton consideradas muito frequentes foram escolhidos os quatros táxons em nível infragenérico mais frequentes nas amostras analisadas, para comporem a análise dos componentes principais.

Os quatro primeiros fatores explicaram 70,25% da variação dos dados de superfície (Tab. 4 e Fig. 34).

O **Fator 1** explica 30,58% da variação, estando a salinidade relacionada diretamente com a temperatura da água, pH, transparência da água e altura da maré, e inversamente relacionada com a pluviometria, nitrito, nitrato, silicato, biomassa fracionada, biomassa total e material em suspensão.

O **Fator 2** explica 20,67% da variação e associou positivamente o oxigênio dissolvido com a taxa de saturação de oxigênio, profundidade local e as espécies *Campyloneis grevillei*, *Helicotheca tamesis* e *Thalassionema nitzschioides*.

O **Fator 3** explica 10,30% da variação e correlacionou positivamente a espécie *Paralia sulcata* com o fosfato e inversamente com a amônia.

O **Fator 4** explica 8,70% da variação e lista apenas a demanda bioquímica de oxigênio não relacionando-a a nenhum outro parâmetro analisado.

Tabela 4 – Análise dos componentes principais dos parâmetros coletados na camada superficial na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.

Táxon e Parâmetros	Abreviações na ACP	Fator 1 30,58%	Fator 2 20,67%	Fator 3 10,30%	Fator 4 8,70%
Temperatura	TC	0,6467	0,2899	0,3423	0,2541
Salinidade	Sal	0,8315	-0,4408	0,0306	-0,1553
Pluviometria	Pluv	-0,5966	-0,5084	0,4389	0,0302
Oxigênio Dissolvido	OD	0,3081	-0,7597	0,1221	-0,4053
Taxa de Saturação de O2	Sat	0,4669	-0,7285	0,1784	-0,3820
Demanda Bioquímica de O2	DBO	-0,2211	0,1265	-0,0491	-0,6743
pH	pH	0,8621	-0,1152	-0,1337	-0,2923
Amônia	NH3	-0,0324	-0,1612	0,3321	-0,2919
Nitrito	NO2	-0,7120	-0,4024	0,1425	-0,0509
Nitrato	NO3	-0,7302	-0,1695	0,1828	-0,3282
Fosfato	PO4	0,2047	0,2546	-0,6768	-0,4635
Silicato	SiO2	-0,5082	0,4798	-0,4222	-0,2469
Biomassa Fracionada	BF	-0,7301	-0,4887	-0,0297	-0,0715
Biomassa Total	BT	-0,7220	-0,4978	0,0394	0,0290
Material em Suspensão	MS	-0,7921	-0,0333	0,2125	-0,0222
Transparência da Água	TR	0,7724	-0,0281	0,1874	-0,0378
Profundidade Local	PL	0,4321	-0,4807	0,0566	0,3816
Altura da Maré	MR	0,5169	-0,4773	0,2487	0,0654
<i>Paralia sulcata</i>	PS	0,1255	-0,4209	-0,6687	0,0503
<i>Campyloneis grevillei</i>	CG	0,1094	-0,6578	-0,2423	-0,2268
<i>Helicotheca tamesis</i>	HT	-0,1456	-0,6099	-0,4352	0,3868
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	TN	-0,1872	-0,6576	-0,4939	0,3768

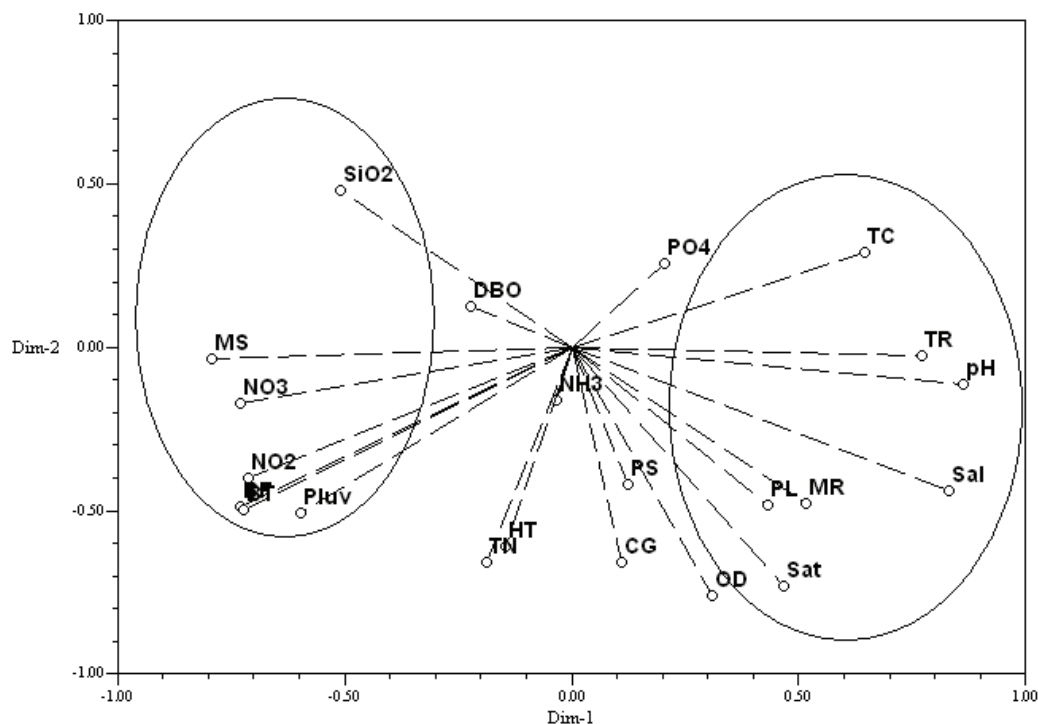


Figura 34 – Gráfico da análise dos componentes principais dos parâmetros coletados na camada superficial na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.

4.4.2 Análise dos Componentes Principais (ACP) – Parâmetros Abióticos de Superfície e Fundo

Os quatro primeiros fatores explicam 78,59% da variação dos dados abióticos (Tab. 5 e Fig. 35).

O **Fator 1** explica 34,99% da variação, estando o pH diretamente correlacionado com a amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato.

O **Fator 2** explica 24,81% da variação e correlaciona positivamente a salinidade com o oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, transparência da água, profundidade local e altura da maré.

O **Fator 3** explica 11,17% da variação e correlacionou inversamente a temperatura da água com a pluviometria.

O **Fator 4** explica 7,62% da variação dos dados e lista apenas a demanda bioquímica de oxigênio não relacionando-a a nenhum outro parâmetro.

Tabela 5 – Análise dos componentes principais dos parâmetros abióticos coletados na superfície e fundo da coluna d'água na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.

Táxon e Parâmetros	Abreviações na ACP	Fator 1 34,99%	Fator 2 24,81%	Fator 3 11,17%	Fator 4 7,62%
Temperatura	TC	0,0242	0,3311	0,5992	0,5687
Salinidade	Sal	-0,3689	0,8054	0,0771	0,0952
Pluviometria	Pluv	-0,0356	-0,1225	-0,7060	0,2189
Oxigênio Dissolvido	OD	-0,3964	0,6839	-0,4979	-0,0969
Taxa de Saturação de O ₂	Sat	-0,4031	0,7902	-0,3452	0,0353
Demanda Bioquímica de O ₂	DBO	0,2190	-0,0577	-0,3414	0,8146
pH	pH	0,8965	0,4165	0,0010	-0,0786
Amônia	NH ₃	0,6730	0,3943	-0,1326	-0,0036
Nitrito	NO ₂	0,9033	0,4001	-0,0100	-0,0813
Nitrato	NO ₃	0,9188	0,3505	-0,0654	-0,0803
Fosfato	PO ₄	0,9034	0,4008	-0,0016	-0,0854
Silicato	SiO ₂	0,8120	-0,2687	0,0252	0,1398
Transparência da Água	TR	-0,2366	0,5959	0,5514	0,0836
Profundidade Local	PL	-0,3848	0,5380	0,0337	-0,1670
Altura da Maré	MR	-0,3829	0,6033	-0,0231	0,0893

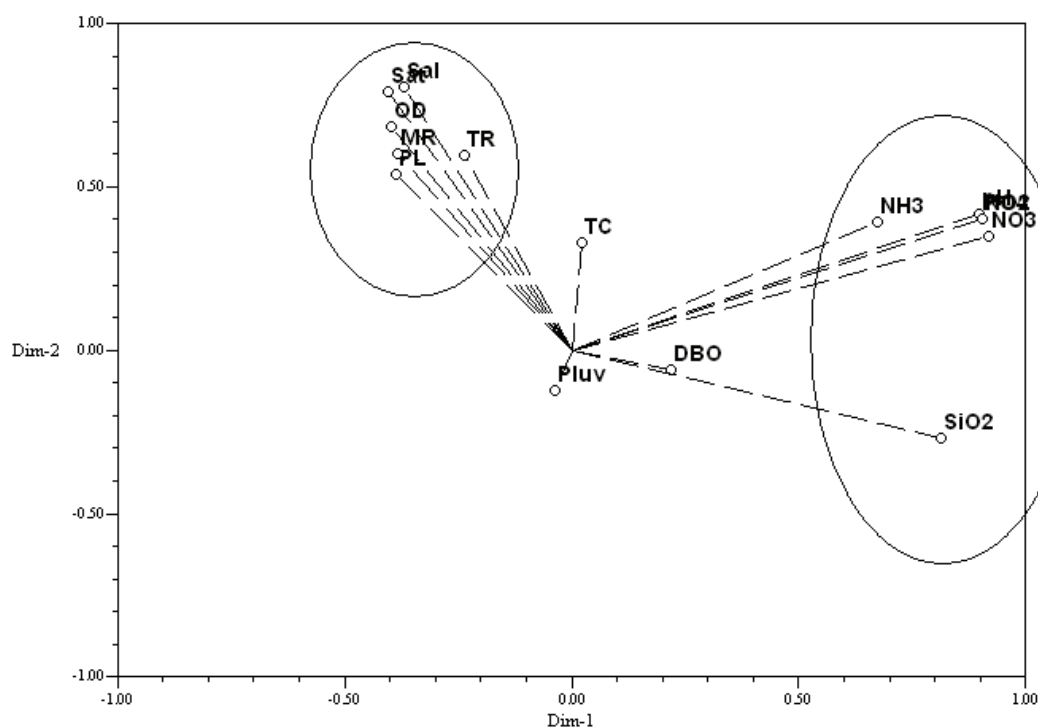


Figura 35 – Gráfico da análise dos componentes principais dos parâmetros coletados na superfície e fundo da coluna d'água na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante o período de estiagem e chuvoso.

5 DISCUSSÃO

Os fatores que podem determinar modificações na dinâmica de um ambiente costeiro são de origens diversas, e as variações sazonais que ocorrem em alguns parâmetros hidrológicos de regiões tropicais estão relacionados com fatores climatológicos como: precipitação, evaporação, circulação local, correntes e ação dos ventos (DELGADO NORIEGA et al., 2004). Os efeitos do aporte de nutrientes na abundância fitoplanctônica dependem de outros fatores que conduzem à diminuição ou aumento da biomassa, como disponibilidade de luz, sedimentação, morte e herbivoria (PHLIPS et al., 2002).

Em áreas tropicais e subtropicais, o regime pluviométrico parece ser o principal fator controlador da distribuição, abundância e dinâmica sazonal do fitoplâncton estuarino, podendo afetar, de forma positiva ou negativa, a produção fitoplanctônica, dependendo das condições fisiográficas e hidrográficas reinantes em cada área (SASSI, 1991; FEITOSA, 1996).

Em estudo realizado por ESKINASI-LEÇA et al. (1997) sobre a variação espaço-temporal do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco, os autores observaram dois padrões de comportamento anual relacionados principalmente à pluviometria. Um característico de regiões costeiras com pequena influência terrígena, estando estas microalgas na dependência do aporte de nutrientes durante o período chuvoso e outro para as áreas costeiras que sofrem uma maior influência terrígena, durante o mesmo período, inibindo desta forma o florescimento fitoplanctônico acarretado pela diminuição da transparência da água e, consequentemente, da zona fótica.

As variações no regime pluviométrico exercem alterações na dinâmica dos estuários devido ao *input* de água doce que chega através do fluxo limnético durante os meses de maior precipitação. Diversos trabalhos evidenciam o papel sazonal das chuvas no ambiente, como RESURREIÇÃO et al. (1996), que registraram o aporte mais intenso dos rios no período chuvoso, carreando maior teor de nutrientes e material em suspensão para regiões portuárias, diminuindo, desta forma, a camada fótica.

Durante o período de coleta do presente trabalho, o regime de chuvas registrou um comportamento de acordo a especificada por diversos autores (MACÊDO, 1974; MACÊDO et al., 2000; FALCÃO, 2002), evidenciando uma

estação seca, compreendida entre os meses de setembro a fevereiro, e outra, compreendida entre março e agosto, caracterizada pelo balanço hidrológico positivo.

A média pluviométrica histórica, na área de estudo, mostrou-se superior ao total de chuvas dos meses de realização das coletas, demonstrando que o índice pluviométrico esteve abaixo dos padrões normais, exceto pelo mês de jun./08.

No período chuvoso, os parâmetros como precipitação pluviométrica, pH, material em suspensão, nitrito, nitrato, amônia, biomassa total e fracionada apresentaram valores mais elevados, enquanto que a transparência da água, temperatura e salinidade apresentaram-se com valores mais baixos. Durante o período de estiagem os parâmetros citados apresentaram-se de maneira inversa.

De uma maneira geral, as variações sazonais que ocorrem nos fatores ambientais como salinidade, temperatura, sais nutrientes e outros, são influenciadas não só por fatores climatológicos, como precipitação pluviométrica, mas também pelos movimentos periódicos de marés, contribuindo de forma bastante acentuada nas variações hidrológicas características de regiões costeiras (TUNDISI, 1970).

Ao longo do litoral brasileiro predomina a maré semidiurna e, na costa pernambucana, ela é considerada como tipo mesomaré, em função da sua amplitude (2,9 m) que varia de -0,2 a 2,7m, exercendo, assim, uma forte influência na região costeira, principalmente na região estuarina, alterando certos parâmetros oceanográficos em virtude do elevado hidrodinamismo local (BRANCO, 2001).

O ciclo de marés exerce fundamental influência nos ambientes estuarinos em função da renovação da água, de sua composição química e das comunidades biológicas, como a entrada de espécies eurialinas devido ao aumento da salinidade (ODEBRECHT, 1988; FLORES-MONTES et al., 2002).

O efeito combinado da velocidade, nível (sizígia ou quadratura) e horário, é finalmente refletido na descarga das mesmas, uma vez que a velocidade de corrente depende muito do nível da água na maré alta. Durante a enchente (fluxo) existe um transporte negativo na direção negativa, e a maré vazante (refluxo) tem transporte positivo na direção positiva, as diferenças nas concentrações do material orgânico e inorgânico determinarão qual o aumento mais produtivo, uma vez que, durante as preamares e baixa-mares, a velocidade da corrente é zero, mantendo-se assim por alguns minutos (10' a 30'), existindo um tempo de reversão diferente entre a superfície e o fundo (FAN e JIN, 1989; MEDEIROS, 1991; BROCE, 1994).

Em relação à região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, observou-se que as marés exercem influência na distribuição do microfitoplâncton e sobre os parâmetros hidrológicos. De acordo com a ACP dos parâmetros de superfície, a altura da maré esteve correlacionada positivamente com a temperatura e transparência da água, salinidade e pH e inversamente com a pluviometria, nitrito, nitrato, silicato, biomassa total e fracionada e material em suspensão.

Esta correlação já era esperada, uma vez que com o aumento dos índices pluviométricos aumentam também as concentrações de nutrientes e material em suspensão. O aumento da carga de nutrientes dá subsídio ao consequente aumento da biomassa fitoplanctônica. Os aumentos da biomassa e da concentração do material em suspensão diminuem a transparência da água. Além disso, o maior aporte fluvial influi na salinidade do ambiente, diminuindo sua concentração.

Entretanto, o fluxo das marés atua de forma inversa, diluindo a carga de nutrientes e material em suspensão, fazendo com que diminuam as concentrações da biomassa fitoplanctônica e aumente a transparência da água, durante as marés altas. O aumento do pH também é atribuído às preamares, tendo em vista que as águas marinhas possuem pH mais alcalino em relação às águas estuarinas.

Corroborando os dados obtidos neste trabalho LEÃO *et al.* (2008) e AZEVEDO-CUTRIM (2008), ao realizarem pesquisa no estuário do rio Igarassu – PE e no Golfão Maranhense - MA, respectivamente, constataram que o ciclo de marés teve notável importância na renovação da água através do fluxo e refluxo marinho e observaram correlação direta entre a maré, a salinidade e a transparência da água, fato que propiciou a introdução de espécies neríticas e oceânicas no ambiente.

A profundidade, segundo BRANCO (2001), é também considerada um parâmetro importante, principalmente em áreas sob forte influência da maré, que ajuda no desprendimento de sais nutrientes retidos no sedimento, dispersando-os na água.

As maiores profundidades foram registradas nas estações mais afastadas da costa, o que dificulta o desprendimento de sais nutrientes retidos no sedimento tendo como consequência baixas concentrações de nutrientes e biomassa primária nestas estações.

De acordo com a ACP dos parâmetros coletados na camada superficial e profunda a profundidade local associou-se positivamente com salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, transparência da água e altura da maré.

Em ambientes marinhos, não só a luz, como também a temperatura, turbulência, concentração de fosfato e a herbivoria pelo zooplâncton são considerados fatores limitantes para o desenvolvimento do fitoplâncton, porém para áreas estuarinas, os fatores considerados limitantes são as concentrações de nutrientes, a quantidade de CO₂ e a luz (McHUGH, 1985).

Diferente das regiões polares e temperadas, nas tropicais existe luminosidade suficiente durante todo ano, estando a atenuação da radiação solar nos trópicos em maior dependência da quantidade de nuvens e do vapor de água contidos na atmosfera, que propriamente de suas variações sazonais (QASIM et al., 1968).

A penetração de luz em áreas estuarinas depende da turbidez da água, provocada pelos fluxos dos rios, transporte de mar aberto e pela própria mistura do ambiente (TUNDISI, 1970). Contudo, a transparência da água pode ser influenciada ainda pela chuva, acarretando uma maior lixiviação terrestre e consequentemente maiores quantidades de material em suspensão, reduzindo a camada fótica para o fitoplâncton nos meses de maior pluviometria. Além destas influências, o próprio plâncton pode ser outro fator que contribui para bloquear a penetração de luz.

Todos estes fatores, além de contribuírem com a absorção da luz logo nos primeiros centímetros de profundidade, diminuem a transparência da água, reduzindo assim sua camada fótica (HONORATO DA SILVA, 2003).

Na área estudada, a transparência variou sazonalmente e espacialmente, como era de se esperar, por se tratar de uma área de desembocadura de rio. De forma geral, a preamar apresentou maiores valores de transparência em virtude do fluxo das marés.

Este padrão sazonal de transparência da água também foi observado por: PASSAVANTE (1979), no canal de Santa Cruz – PE; MOURA e PASSAVANTE (1995), na baía de Tamandaré – PE; MOREIRA (1994), no estuário do rio Cocó – CE; FEITOSA et al. (1999a, 1999b), na bacia do Pina e no estuário do rio Goiana – PE; FLORES-MONTES et al. (1998), no canal de Santa Cruz – PE; SANTOS-FERNANDES et al. (2000) e KOENING et al. (2002), no estuário do rio Jaguaribe – PE; LOUSADA et al. (2000), no estuário dos rios Ilhetas e Mamucaba e baía de Tamandaré; BRANCO et al. (2002), no sistema estuarino de Barra das Jangadas – PE; HONORATO DA SILVA et al. (2004), no estuário do rio Formoso; GREGO et al. (2004), no estuário do rio Timbó - PE, entre outros.

MELO MAGALHÃES et al. (2004), no complexo lagunar Mundaú-Maguaba – AL, registraram valores mais elevados deste parâmetro durante o período chuvoso, justificando este comportamento atípico da transparência, em função da influência dos ventos nordeste que sopram com maior intensidade no mês de dezembro (período de estiagem), com média de $4,3\text{m.s}^{-1}$, ocasionando a ressuspensão dos sedimentos e da matéria orgânica particulada, devido a pequena profundidade local.

BRANCO (1986), relatou que a temperatura da água é considerada um importante parâmetro ecológico, tanto pela influência direta que pode exercer sob os diversos tipos de organismos, como pela relação existente entre a referida temperatura e o teor de gases dissolvidos na água. A temperatura, que é uma variável física, tem uma ação direta sobre a periodicidade e a distribuição de organismos aquáticos. Assume grande influência na produtividade biológica da água, cujos ritmos dependem dela, sendo considerada um dos fatores ecológicos decisivos dentro dos ecossistemas e principal fator limitante da distribuição geográfica de muitas espécies de vegetais e animais (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

Em regiões temperadas, a temperatura da água é considerada um fator limitante da produção primária do fitoplâncton (SPIES e PARSONS, 1985). Entretanto, em regiões tropicais e subtropicais, à exceção apenas da formação de termoclinas, seu efeito não chega a ser limitante.

Segundo AGAWIN et al. (2003) a variação da temperatura é reduzida em águas tropicais, onde o crescimento e a abundância do fitoplâncton, provavelmente, não são controlados por esse parâmetro e a presença de um padrão anual não é esperado. Apesar disso, foi observado, em vários trabalhos científicos realizados em estuários, dentre eles BRANCO *et al.* (2002), no estuário da Barra das Jangadas – PE e BASTOS *et al.* (2005), no estuário do rio Una – PE, onde tem sido observada variação sazonal da temperatura e estas amplitudes são suficientes para agir no metabolismo dos organismos aquáticos.

Nos estuários, as características térmicas de suas águas, são controladas fundamentalmente pela insolação e ocorre de duas maneiras: absorção direta da radiação solar pela massa d'água ou pela areia e fundos lodosos expostos, que transferem o calor acumulado para a coluna d'água nos sucessivos períodos de imersão (SASSI e WATANABE, 1980).

As águas estuarinas são aquecidas *in situ*, mas a transferência de calor é processada através do fluxo de água salgada, que penetra no ambiente estuarino na

preamar, e pela descarga de água doce do rio, sendo esse calor, que é absorvido pela água e sedimentos, proveniente da radiação solar. Além das águas dos rios e do fluxo de água salgada, as variações de temperatura nos estuários são função também da sua profundidade e da coloração do sedimento, da precipitação pluviométrica e da latitude local (LIRA *et al.*, 1978)

O aquecimento da água diminui a capacidade de retenção de oxigênio do qual podem resultar várias consequências, como substituição dos processos aeróbios de decomposição da matéria orgânica por processos anaeróbios, asfixia de organismos aquáticos aeróbios, que passarão a morrer em grande quantidade e a redução da água para o consumo humano. Além disso, a elevação da temperatura da água dentro de certos limites, aumenta a atividade metabólica de organismos estimulando maior consumo de oxigênio (BRANCO, 1986).

TEIXEIRA e GAETA (1991) na região de Ubatuba – SP observaram que a amplitude da variação da temperatura da água não foi muito elevada, porém é provável que a mesma tenha influência direta sobre determinadas espécies mais sensíveis, além de conduzir um possível controle sobre o aumento ou decréscimo da clorofila *a*.

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém a temperatura apresentou uma discreta variação sazonal e espacial e a ausência de estratificação térmica acentuada, permitindo uma distribuição vertical mais homogênea dos nutrientes, e maior riqueza fitoplanctônica.

Este padrão pôde ser observado também por: MOURA e PASSAVANTE (1995), na baía de Tamandaré – PE; KOENING *et al.* (2002), no estuário do rio Ipojuca – PE; ANDRADE E PASSAVANTE (2001), no estuário do rio Maracaípe – PE; HONORATO DA SILVA *et al.* (2004), no estuário do rio Formoso – PE; GREGO *et al.* (2004), no estuário do rio Timbó – PE; MARTINS *et al.* (2001), na praia de Panaquatira –MA; PAIVA *et al.* (2006), na baía de Guajará – PA e AZEVEDO-CUTRIM (2008), no Golfão Maranhense – MA.

Em relação à ACP dos parâmetros coletados na camada superficial e profunda correlaciona inversamente a temperatura da água com os índices pluviométricos. Fato que pode ser atribuído ao aumento da cobertura de nuvens durante o período chuvoso, o que dificulta a penetração dos raios solares que aquecem a água e o sedimento do ambiente.

MOURA e PASSAVANTE (1995), estudando o fitoplâncton da baía de Tamandaré – PE, relataram que fitoplâncton registrou certa influência da temperatura, sendo evidenciada pela análise de regressão de multivariáveis, que este parâmetro explicou a variação da clorofila *a* de forma inversamente proporcional, principalmente para os valores de baixa-mar.

BRANCO et al. (2002) no sistema estuarino de Barra das Jangadas – PE evidenciaram através da ACP uma relação inversa entre a temperatura e a biomassa algal.

Nas regiões estuarinas tropicais, o parâmetro hidrológico principal, depois da maré, é a salinidade (TUNDISI, 1970), uma vez que a temperatura tem pouca amplitude e a irradiação solar é de grande intensidade durante grande parte do período anual (PASSAVANTE, 1979).

De acordo com FLORES-MONTES (1996), a salinidade é um parâmetro de comportamento conservativo, ou seja, não é produzida ou consumida dentro do sistema, apenas diluída. KINNE (1964) e FRAGA (1972), salientam que é um dos fatores físico-químicos que influencia as respostas funcionais dos organismos aquáticos, tais como crescimento, sobrevivência, reprodução e metabolismo, tornando-se até mesmo uma barreira ecológica para os organismos considerados estenoalinos (FEITOSA, et al., 1999).

As variações deste parâmetro em áreas estuarinas, devem-se principalmente, às diferenças de marés ou ao influxo de água doce dos rios e drenagem terrestre ocasionada pelas chuvas. Como resultado, os organismos que habitam os estuários devem estar adaptados a estas condições oscilantes de salinidade (BHATTATHIRI e DEVASSY, 1975 *apud* LOSADA, 2000).

É bem conhecido que as variações de salinidade nos ambientes estuarinos afetam o crescimento e fisiologia das algas (SMAYDA, 1980). A mistura de diferentes volumes de água doce e salgada, gerando variações de salinidade, está dentre os principais fatores que governam o crescimento do fitoplâncton. Estes influenciam diretamente a composição das espécies e afetam as condições ambientais importantes, como turbidez e a disponibilidade de substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas (SMAYDA, 1983).

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, a salinidade apresentou sazonalidade mais marcante durante a baixa-mar, principalmente na estação 1, com valores mais baixos durante o período chuvoso. Além dos índices

pluviométricos, outro fator que contribuiu para as variações de salinidade foi o regime de maré, com os maiores teores sendo registrados durante as preamaras. Baseando-se na classificação adotada no Simpósio de Veneza em 1958, a região apresentou regimes variando de oligoalino a eurihalino.

Ao longo da região estudada, quanto à distribuição da salinidade na coluna d'água, verificou-se que a estação 2, durante a baixa-mar, apresentou uma estratificação salina bastante marcante, em todo o período estudado, com valores mais elevados no fundo. Nas demais estações a diferença de salinidade entre as camadas superficial e de fundo, de maneira geral, mostrou-se mais discreta, não apresentando grandes variações na coluna d'água, tanto na baixa-mar quanto na preamar.

Com relação à variação espacial, constatou-se um gradiente crescente em direção à estação 3, sendo melhor observado durante a baixa-mar. Em virtude do ambiente sofrer forte influência marinha, durante a preamar, este padrão tornou-se mais discreto.

Padrões similares de sazonalidade foram descritos por: FLORES-MONTES et al. (1998), no canal de Santa Cruz - PE; MOURA JÚNIOR (1997), no estuário do rio Vaza-Barris – SE; ANDRADE e PASSAVANTE (2001), no estuário do rio Maracaípe – PE; MELO-MAGALHÃES et al. (2004), no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba – AL; BRANCO et al. (2000) e DELGADO-NORIEGA et al. (2004), no sistema estuarino de Barra das Jangadas - PE.

De acordo com a ACP dos parâmetros de superfície, a salinidade correlacionou-se positivamente com a temperatura da água, pH, transparência da água e altura da maré, e inversamente relacionada com a pluviometria, nitrito, nitrato, silicato, biomassa fracionada, biomassa total e material em suspensão. De acordo com a ACP dos parâmetros coletados na camada superficial e profunda, a salinidade está correlacionada positivamente com o oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, transparência da água, profundidade local e altura da maré. Ou seja, quanto maior a profundidade de coleta e dependendo, também, do fluxo das marés, maior será a salinidade.

Vale salientar que RODRIGUES (2006) constatou, nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA, relação entre a salinidade e a biomassa fitoplanctônica.

O pH em ecossistemas aquáticos está diretamente ligado à quantidade de dióxido de carbono (CO₂) dissolvido e outros compostos, que por sua vez, decresce

pela atividade fotossintética e aumenta devido à respiração (SANTOS, 2000), podendo ser a causa de muitos processos químicos e biológicos.

DE JONGE e VILLERIUS (1989), observaram que este parâmetro pode influenciar as concentrações de fosfato, uma vez que a calcita, de origem marinha com um pH elevado, adsorve fosfato. Quando transportada para o nível superior de um estuário, onde o pH é mais baixo, a calcita é dissolvida e o fosfato liberado.

Além deste composto, o pH também exerce uma forte influência sobre a toxicidade de outros parâmetros químicos, tais como o ácido sulfídrico (H_2S), que aumenta seu percentual em pH ácido, os metais pesados, cujos compostos tendem a se redissolver em meio ácido, tornando-os mais tóxicos e biodisponíveis, e a amônia, que aumenta suas concentrações com incremento da temperatura e do pH (VINATEA ARANA, 1997; CAVALCANTI, 2003).

Em regiões estuarinas, o pH está relacionado com a quantidade de matéria orgânica em decomposição, a qual é fator limitante tanto para o sistema de dióxido de carbono como para o oxigênio dissolvido, variando de acordo com o fluxo e refluxo da maré e com a quantidade de água doce proveniente dos tributários estuarinos, bem como em relação à temperatura (MACÊDO, 1974; SASSI e WATANABE, 1980).

As águas naturais, em geral têm pH compreendido entre 4 e 9 e, principalmente nos oceanos, são levemente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos e de metais alcalinos e alcalinos terrosos (ESTEVES, 1998).

Segundo KLEEREKOPER (1990), o pH das águas naturais varia entre 3 e 10, sendo bastante raros os valores abaixo de 6 e acima de 9.

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, durante o período de estudo, o pH manteve-se sempre alcalino, havendo uma discreta sazonalidade com valores ligeiramente menores no período chuvoso.

Não foram observadas grandes variações no sentido vertical da coluna d'água. Quanto a distribuição espacial, pôde-se observar um gradiente crescente em direção a estação 3. Como ocorreu também com a variação da salinidade.

Este tipo de variação sazonal também foi observado por RESURREIÇÃO et al. (1996), na plataforma continental de Pernambuco; e NASCIMENTO et al. (2002), na bacia do Pina - PE; enquanto que MELO-MAGALHÃES et al. (2004), estudando o complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba – AL, relata um aumento do pH

durante o período chuvoso, fato justificado pela autora como sendo causado pela maior atividade fotossintética.

Em outros estuários da costa brasileira foi constatado pH com tendência a acidez, como descrito por SANTANA (2004) para o estuário de Marapanim – PA, onde o pH mínimo foi de 4,4 justificado pelo aumento da descarga fluvial e pluvial, além de PAIVA et al. (2006), na baía do Guajará e foz do rio Guamá – PA, com mínimo de 5,5, diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho.

A ACP dos parâmetros de superfície relaciona diretamente o pH com a temperatura da água, salinidade, transparência da água e altura da maré, e inversamente relaciona com a pluviometria, nitrito, nitrato, silicato, biomassa fracionada, biomassa total e material em suspensão.

Processos de mistura em sistemas rasos têm o efeito de aumentar a atenuação da luz na coluna d'água através da ressuspensão de material particulado (MALLIN e PEARL, 1992 *apud* LOSADA 2000).

Devido ao ambiente marinho apresentar um forte hidrodinamismo, por estar sobre a influência ora do mar, ora do rio, é de se esperar que ele apresente sempre uma boa quantidade de material em suspensão na água. Entretanto, o regime pluviométrico da região pode provocar variação sazonal nas concentrações deste material em suspensão (BASTOS et al., 2005). PINHEIRO e FARIAS JR. (1987), ao realizarem estudo hidrodinâmico e sedimentológico no estuário do rio Guajará, constataram que a precipitação pluviométrica provoca elevação considerável na concentração do material em suspensão, diminuindo consideravelmente a zona fótica.

As concentrações de material em suspensão, na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, apresentaram uma nítida sazonalidade, com valores mais elevados durante o período chuvoso.

Foi constatada também nítida variação espacial, com valores decrescendo, de maneira geral, em direção a estação 3. Em relação às marés, as concentrações registradas durante as preamares foram inferiores as das baixa-mares. Este fato pode ser justificado pela influência das águas de origem marinha que diluem a concentração deste material em suspensão.

As concentrações mais elevadas do material em suspensão, relatadas para o período chuvoso, coincidem com as concentrações mais elevadas da biomassa total e fracionada, sugerindo que o material particulado deva ter papel importante na teia

trófica, embora seja o principal causador da turbidez da água. Fato também constatado por TEIXEIRA et al. (1988), no estreito dos Coqueiros – MA, relatando que apesar da camada fótica bastante estreita, limitando a produção primária às camadas superficiais da água, a biomassa foi relativamente alta.

Em contrapartida, a reduzida penetração de luz solar no ambiente pode inibir o desenvolvimento do fitoplâncton, constituindo-se em fator limitante (BRANCO et al., 2006). Este tipo de relação também foi detectada em águas costeiras de Pernambuco, fortemente impactadas por despejos fluviais, por FEITOSA et al. (1999a) para a bacia do Pina.

Nos processos biológicos, tais como a fotossíntese, a respiração e a decomposição da matéria orgânica detritica, o oxigênio e o gás carbônico desempenham um papel relevante (SANTOS, 2000).

O oxigênio dissolvido é um gás importante e fundamental para manter e verificar as condições aeróbias em um curso d'água que recebe material poluidor. Além disso, é um importante indicador de áreas poluídas, uma vez que baixas concentrações podem sugerir poluição química, física ou biológica, com a presença de matéria orgânica (provavelmente originada de esgoto), ou seja, alta biomassa de bactérias aeróbias decompositoras. Valores muito elevados destes organismos também podem gerar processos de eutrofização, trazendo consequências negativas, como a depleção noturna (DELGADO-NORIEGA, 2004).

De acordo com SEM-GUPTA; MACHAINCASTILLO (1993), em águas marinhas a taxa de oxigênio dissolvido pode variar entre 0 e 8 ml.L⁻¹, sendo mais comum a variação entre 1 e 6 ml.L⁻¹. Segundo BASTOS et al. (2005), as concentrações de oxigênio dissolvido são maiores em ambientes lacustres e, nos estuários, variam muito em função do fluxo e refluxo das marés.

McLUSCKY (1971) ressalta a abundância do fitoplâncton como uma das principais fontes desse gás, considerando também, o fluxo de água doce e salgada e, ainda, a interação com a atmosfera.

Na área de estudo foi observada uma variação espacial nos teores de oxigênio dissolvido, mostrando que as estações 2 e 3, por conta de receberem maior aporte marinho, apresentam valores mais elevados que a estação 1.

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém ocorreu uma discreta variação sazonal, observada durante as baixa-mares, nas estações 1 e 3, que apresentaram respostas diferentes de acordo com a sazonalidade. Na estação

1, os valores de oxigênio dissolvido foram menores durante o período de estiagem e aumentaram com a chegada do período chuvoso, tanto na camada superficial como na profunda. Para estação 3 ocorreu o inverso, os valores estiveram mais elevados durante o período de estiagem e diminuíram no período chuvoso, em ambas profundidades de coleta. Em regime de preamar, não foi observada uma sazonalidade definida.

Estas diferenças sazonais entre as concentrações de oxigênio dissolvido, nas estações 1 e 3 podem ser explicadas pelo fato de que o período chuvoso coincide com o período de maior aporte de material em suspensão na região e com as maiores concentrações da biomassa fitoplanctônica. A estação 1 no período chuvoso apresenta os maiores índices de biomassa total e fracionada, sendo isso capaz de aumentar as concentrações de oxigênio dissolvido. Na estação 3 ocorre fenômeno inverso, com diminuição dos teores de oxigênio dissolvido, apesar do aumento da biomassa fitoplanctônica esta não é capaz de superar a depleção de oxigênio causada pela decomposição do material particulado que aporta com maior intensidade nesta estação durante o período chuvoso.

Padrões sazonais também foram observados por BASTOS et al. (2005) no estuário do rio Una – PE, com maiores valores registrados no período chuvoso; HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso – PE, com o período chuvoso registrando menores concentrações; no entanto, diferente do observado por MELO-MAGALHÃES et al. (2004) no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba, LOSADA et al. (2000) no estuário dos rios Ilhetas e Mamucaba e GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó – PE, os quais não encontraram variação sazonal.

MACÊDO e COSTA (1978) estabeleceram para os estuários nordestinos um sistema de classificação da qualidade da água, baseado na taxa de saturação de O_2 dissolvido, em 4 zonas: saturada (valores acima de 100%); baixa saturação (50% - 100%); semipoluída (25% - 50%) e poluída (valores abaixo de 25%).

De acordo com esta classificação, pode-se dizer que a região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém variou de zona semipoluída a saturada. Entretanto, de forma geral, a região se comporta como uma zona de baixa saturação durante a maré baixa, e como zona saturada durante a maré alta.

Ao comparar estes resultados com os obtidos por NASCIMENTO et al. (2002), na bacia do Pina – PE, e por TRAVASSOS et al. (1994), no rio Capibaribe –

PE, os quais classificaram os referidos estuários, durante a baixa-mar, como zona poluída, percebe-se as condições ambientais estão melhores na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, assim como relatado por HONORATO DA SILVA et al. (2004) para o estuário do rio Formoso – PE.

MOREIRA (1994), ao realizar um estudo no estuário do rio Cocó – CE, atribuiu as variações ao caráter não conservativo e/ou interativo do oxigênio, decorrente da intensa participação deste gás nos processos físico-químicos da água e principalmente bioquímicos, resultante da atividade metabólica dos organismos. A referida autora também afirma que em algumas ocasiões a atividade fotossintética do fitoplâncton teve uma relação direta na demanda desse gás. A área estudada variou de zonas supersaturadas a poluídas, porém, a maioria foi classificada como de baixa saturação, salientando que o estuário do rio Cocó está sujeito a uma grande carga poluidora.

Quanto ao sistema estuarino do rio São Francisco – SE, SOUZA et al. (1999), reportam que apesar da grande carga de dejetos que o rio recebe, o oxigênio dissolvido apresentou altos teores, uma vez que o rio drena um volume de água muito grande e a correnteza permite uma rápida circulação, classificando-o como zona sem poluição.

De acordo com a ACP dos parâmetros de superfície, o oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação apresentaram uma correlação direta com profundidade local e as espécies *Campyloneis grevillei*, *Helicotheca tamesis* e *Thalassionema nitzschioides*. Em relação a ACP dos parâmetros coletados na camada superficial e profunda, correlaciona positivamente estes parâmetros com a salinidade, transparência da água, profundidade local e altura da maré.

Estes dados estatísticos indicam que o aporte de águas marinhas na área estudada é, possivelmente, o fator responsável pelas concentrações mais elevadas do oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação.

Assim como neste trabalho, BASTOS et al. (2005), em estudo realizado no rio Una – PE, encontrou relação direta entre a concentração de oxigênio e a salinidade, o oposto do que foi observado por AZEVEDO-CUTRIM (2008), no Golfão Maranhense, onde tais parâmetros correlacionaram-se inversamente.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) é definida como a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar (oxidar) a matéria orgânica biodegradável, com auxílio de microorganismos, principalmente bactérias decompositoras, incubadas por

um período de 5 dias a 20°C, sendo um importante parâmetro para detectar indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no ambiente ou efluente considerado (DELGADO-NORIEGA, 2004).

Segundo FALCÃO (2002), esta matéria orgânica pode ser originada de diferentes formas: lançamento de resíduos de animais (vísceras), do lançamento de esgoto e vinhoto de resíduos domésticos e/ou industriais diversos, da decomposição de animais e plantas mortas.

A DBO na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, apresentou baixas concentrações durante o período de estiagem e chuvoso. Os resultados demonstram que não existem acentuados índices de degradação de matéria orgânica neste ambiente.

BRANCO et al. (2002) e DELGADO-NORIEGA et al. (2004), em seus estudos realizados no estuário de Barra das Jangadas – PE, encontraram baixos valores de DBO na preamar e baixa-mar durante o período de estiagem e chuvoso, resultado similar ao apresentado neste trabalho, porém esta área é descrita como tendo intensa atividade antrópica, o que não condiz com a região costeira estudada neste trabalho.

De acordo com as ACP's, dos parâmetros de superfície e dos coletados na camada superficial e profunda, a DBO não está relacionada com nenhum outro parâmetro analisado.

Em áreas costeiras como estuários, lagoas e fiordes, onde ocorrem misturas sazonais entre água do mar e águas continentais, podem existir variações temporais e estacionais quanto à limitação do crescimento fitoplanctônico por diferentes nutrientes (JESUS e ODEBRECHT, 1999). Os nutrientes carreados pelos rios são considerados, na maioria das vezes, como o mecanismo principal na manutenção da fertilidade, não só dos estuários como também das áreas marinhas adjacentes (CAVALCANTI, 1976).

As variações na carga de nutrientes podem alterar a composição das espécies do fitoplâncton. Tais alterações produzem um efeito cascata através da teia trófica, alterando a dinâmica do consumo e assim o fluxo de carbono para o sistema (MACÊDO et al., 2005). Conforme AKTAN et al. (2005), durante os últimos 40 anos, a concentração de nutrientes aumentou em vários estuários e em águas costeiras em todo o mundo devido à influência da atividade humana.

A entrada de nutrientes é intensificada em estuários com elevada concentração populacional nas suas margens (MACKAS e HARRISON, 1997; BRAGA et al., 2000; PEREIRA-FILHO et al., 2003) em função do aporte de efluentes domésticos e industriais, além de efluentes agrícolas, podendo provocar eutrofização excessiva do meio, particularmente em ambientes com uma baixa hidrodinâmica. Outras fontes de nutrientes são as descargas fluviais (BOYNTON et al., 1982; FAN e JIN, 1989; CHESTER, 1993); águas de drenagem terrestre (CHESTER, *op. cit.*), ressuspensão de nutrientes depositados ou regenerados no sedimento (CHESTER, *op. cit.*, BAUMGARTEN e POZZA, 2001).

Uma característica dos estuários é que, em sua maioria, são pouco profundos e estão sujeitos às alternâncias de marés, o que facilita o desprendimento dos nutrientes retidos nos sedimentos, pondo-os em dissolução na coluna d'água, aumentando ainda mais a disponibilidade dos mesmos para a comunidade fitoplanctônica (FEITOSA et al., 1999b).

Os principais sais nutrientes dissolvidos na água são os nitrogenados inorgânicos dissolvidos (NID), fosfato e silicato, os quais condicionam o desenvolvimento e produção dos organismos fitoplanctônicos, uma vez que eles representam a base da teia trófica, e da maior ou menor produtividade existirá uma maior ou menor produção animal (BOYNTON et al., 1982).

Segundo HOOD (1976) as algas planctônicas podem utilizar três formas de nitrogênio dissolvido na água, nitrito, nitrato e amônia. Quando estão simultaneamente presentes, a amônia costuma ser usada preferencialmente, talvez porque, com o mesmo gasto de energia, as células assimilam mais nitrogênio da amônia do que do nitrito ou do nitrato.

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. O nitrogênio amoniacal apresenta concentrações elevadas em locais próximos a efluentes urbanos, sendo esse parâmetro um bom indicador de contaminação orgânica recente. Em caso de poluição mais remota os íons nitrito e nitrato apresentam concentrações maiores, sendo estas duas formas de nitrogênio menos tóxicas que o nitrogênio amoniacal (OLIVEIRA et al., 2004).

O nitrito é um nutriente intermediário no processo de nitrificação da matéria orgânica, portanto um composto iônico instável na coluna d'água. Suas concentrações em ambientes não poluídos são baixas e, segundo BAUMGARTEN e

POZZA (2001), valores elevados significam intensa atividade bacteriana e déficit de oxigênio.

Segundo FEITOSA et al. (1999b) o nitrito normalmente apresenta baixos teores em relação aos outros compostos de nitrogênio. Quando acontece de seus valores elevarem-se, significa que o ambiente está recebendo um aporte extra de matéria orgânica, funcionando assim como um indicador de poluição. AMINOT e CHAUSSEPIED (1983) citam a concentração de até 1 μM de nitrito como normal em ambientes estuarinos não contaminados.

Foi evidenciada sazonalidade para os valores de nitrito, e em relação às marés, os valores registrados nas baixa-mares foram, de forma geral, mais elevados que os obtidos nas preamares, os quais estiveram compreendidos entre valores indetectáveis a 0,33 μM . Baixos índices de nitrito também foram constatados em outras áreas estuarinas não impactadas, como LAVÔR-FERNANDES (1990) no estuário do rio Tibiri – MA, HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso – PE, GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó – PE e BASTOS et al. (2005) no estuário do rio Una – PE.

O nitrato é a forma oxidada mais estável do nitrogênio em solução aquosa, sendo um importante nutriente dissolvido para os produtores primários. É regenerado por via bacteriana (nitrificação ou oxidação total da amônia) a partir do nitrogênio orgânico, que pela decomposição da matéria orgânica se transforma em nitrogênio amoniacal (amonificação) (BAUMGARTEN e POZZA, 2001). Portanto, a produção do nitrato resulta da decomposição bacteriana da amônia, tendo o nitrito como intermediário.

AMINOT e CHAUSSEPIED (1983) citam a concentração de até 15 μM de nitrato como normal em ambientes estuarinos não contaminados.

Assim como o ocorrido para o nitrito, o nitrato apresentou sazonalidade, principalmente durante a baixa-mar, e diferenças de concentrações entre as marés, com a maré baixa apresentando maiores concentrações. Além disso, foi evidenciado uma diferenciação espacial, com gradiente decrescente em direção a estação 3. As concentrações deste nutriente estiveram entre 0,07 e 7,50 μM durante todo o período estudado. Estas concentrações são relativamente baixas quando comparados com os valores máximos obtidos por TEIXEIRA et al. (1988) no estreito dos Coqueiros – MA, BASTOS et al. (2005) no estuário do rio Una – PE, e RODRIGUES (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA. No entanto,

estão acima dos relatados por HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso – PE, GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó – PE e AZEVEDO-CUTRIM (2008) no Golfão Maranhense.

A amônia é geralmente um nutriente importante, pois é limitante para o crescimento fitoplanctônico. Não é a forma mais estável de nitrogênio, sendo uma chave intermediária no ciclo do nitrogênio (CATALANO *apud* FLORES-MONTES, 1996).

DAY et al. (1989) citam a concentração de 5 μM de amônia como normal em ambientes estuarinos não contaminados. Em águas sem poluição e oxigenadas as concentrações raramente passam de 5 μM (KOROLEFF, 1983).

Segundo WHEELER e KOKKIMAKIS (1990) o fitoplâncton utiliza amônia-N e nitrato-N nesta ordem de preferência, podendo ser uma vantagem energética, uma vez que a redução de nitrato para o nível de oxidação de nitrogênio orgânico requer o equivalente a 8 elétrons/mol de NO_3^- . Por outro lado a amônia-N já é reduzida. Esses autores relatam também, que a taxa de assimilação do nitrato-N é negativamente relacionada com as concentrações ambientais de amônia-N, e observou uma completa inibição na absorção de nitrato-N, quando as concentrações de amônia-N ficaram entre 0,1 e 0,3 μM .

JORDAN et al. (1991) relatam que o fitoplâncton geralmente absorve amônia-N em vez de nitrato-N, se a concentração da primeira for superior a 1,5 μM , porém o nitrato-N é algumas vezes absorvido em concentrações tão altas como 40 μM .

Comportamento similar foi constatado na região da desembocadura do rio Sirinhaém, sendo que a amônia mostrou-se baixa durante todo o período de estudo, com concentrações não ultrapassando 0,38 μM . O mesmo padrão foi relatado por AZEVEDO-CUTRIM (2008) no Golfão Maranhense.

De todos os elementos químicos, os quais são essenciais para o crescimento e produção de matéria viva, o fósforo exerce um papel fundamental, sendo um dos componentes mais importantes dos compostos energéticos, a adenosina-trifosfato – ATP (KUHL, 1967).

O fitoplâncton absorve o fósforo sob a forma orgânica e inorgânica, no entanto, segundo KARL e TIEN (1992), este constitui um nutriente limitante em ecossistemas aquáticos devido a sua baixa concentração, especialmente em locais menos profundos e com abundância de carbonatos, porém com a crescente

industrialização este nutriente encontra-se em elevada disponibilidade, sendo o fósforo, mais recentemente, considerado fator limitante (SNOW et al., 2000).

Em águas naturais, pode-se encontrar o fósforo predominantemente na forma de fosfatos (orto, ou íons do ácido ortofosfato) em solução, em partículas ou detritos (fósforo particulado orgânico ou inorgânico), ou ainda incorporado à estrutura de organismos aquáticos (fósforo orgânico) (BAUMGARTEN e POZZA, 2001).

Nos estuários não poluídos, as concentrações normalmente variam em torno de 1,2 μM (BAUMGARTEN et al., 1998). KLEEREKOPER (1990) também menciona que águas poluídas são sempre ricas em fosfatos e compostos orgânicos de fósforo.

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, as concentrações de fosfato apresentaram variação sazonal, com valores mais elevados no período de estiagem, apesar desta sazonalidade, os teores oscilaram entre indetectáveis a 0,75 μM . Padrões semelhantes de sazonalidade foram descritos por FLORES-MONTES et al. (1998) no canal de Santa Cruz - PE; MOURA e PASSAVANTE (1995) na baía de Tamandaré – PE; e TRAVASSOS et al. (1994) no estuário do rio Capibaribe – PE; e LOSADA et al. (2000) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba – PE. Já HONORATO DA SILVA et al. (2004), no estuário do rio Formoso – PE, constatou padrão inverso, com maiores concentrações de fosfato durante o período chuvoso.

O óxido de silício é conhecido por ser uma parte essencial nas estruturas sólidas dos silicoflagelados, diatomáceas, alguns radiolários e esponjas. Ademais de ser considerado nutriente importante, o silício também é considerado nutriente refratário, e pode ser relacionado com metais como o zinco, que tem similitudes com seu perfil vertical (MUNIZ et al., 1996).

Nos oceanos a concentração é baixa, chegando à cerca de 1 μM de Si. Em zonas costeiras e em regiões estuarinas, as concentrações são maiores, em média cerca de 150 μM . O silício não representa um poluente em potencial (AMINOT e CHAUSSEPIED, 1983).

O silicato reativo dissolvido encontra-se presente na água do rio exclusivamente como ácido silícico, devido principalmente ao intemperismo de minerais aluminossilicato e silicato. Fontes antrópicas possuem um papel relativamente menor no suprimento de silício para os rios (CHESTER, 1993).

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, o silicato apresentou sazonalidade na estação 1, onde os valores estiveram mais elevados

durante o período de estiagem que no período chuvoso. O inverso ocorreu na estação 3, com o período chuvoso apresentando valores mais acentuados que o período de estiagem.

Estas diferenças sazonais entre as concentrações de silicato, nas estações 1 e 3 podem ser explicadas pelo fato de que, durante o período chuvoso, ocorre maior aporte de material em suspensão na região, com maiores concentrações da biomassa fitoplanctônica. A estação 1 no período chuvoso apresenta os maiores índices de biomassa total e fracionada, composta principalmente por diatomáceas, consumindo grande parte do silicato presente nesta estação. Na estação 3 ocorre fenômeno inverso, aumento dos teores de silicato e da biomassa fitoplanctônica durante o período chuvoso, neste caso, a produção não supera a disponibilidade deste nutriente.

Espacialmente também foi observado diferenças de concentrações entre as estações de coleta, com gradiente decrescente em direção a estação 3. Em relação às marés foi constatado que, de forma geral, a maré baixa apresentou concentrações mais elevadas que as preamares.

PREGO et al. (1995), no Galician Ria, Espanha, associa as menores concentrações de silicato no período de verão ao fato de este ser o período de florescimento do fitoplâncton. NASCIMENTO et al. (2002), na bacia do Pina – PE, observou maiores concentrações de silicato no período chuvoso, tanto na preamar quanto na baixa-mar.

Padrões de sazonalidade do silicato, também foram descritos por: FEITOSA et al. (1999b), no estuário do rio Goiana – PE; BRANCO et al. (2002) E DELGADO-NORIEGA et al. (2004), no sistema estuarino de Barra das Jangadas – PE; e por FLORES-MONTES et al. (1998), no canal de Santa Cruz – PE, onde o mesmo além de justificar o aumento nas concentrações deste nutriente pelo menor consumo das diatomáceas, atribuiu-o também aos processos geoquímicos e à diferença de densidade das massas d'água provocada pelo aumento da salinidade das águas costeiras marinhas.

A ACP dos parâmetros de superfície correlaciona o nitrito, nitrato e silicato, de maneira positiva, com a pluviometria, biomassa total e fracionada e material em suspensão, e de maneira inversa com a salinidade, temperatura da água, pH, transparência da água e altura da maré.

Como já foi discutido anteriormente, as elevações nas concentrações dos nutrientes é justificada pelo aumento dos índices de chuva. Como foi observado também, o consequente aumento da biomassa fitoplanctônica e do material em suspensão na água.

Outro fato importante de mencionar na ACP dos parâmetros de superfície é a relação entre as concentrações de fosfato, amônia e a espécie *Paralia sulcata*. Esta relação sugere que, provavelmente, o aumento das concentrações de fosfato exercem influência no aumento da concentração de *Paralia sulcata*, que consequentemente passam a consumir mais amônia, diminuindo as concentrações deste nutriente.

Os estuários de Pernambuco, em sua maioria, sofrem por alguma ação antrópica. Entretanto, em alguns casos, esses impactos são mínimos, ficando as concentrações dos nutrientes consideradas normais para estas áreas, como relatados por LACERDA et al. (1998), no estuário do rio Paripe – PE; LOSADA et al. (2000), no estuário dos rios Ilhetas e Mamucaba – PE; SANTOS-FERNANDES et al. (2000), no estuário do rio Jaguaribe – PE; HONORATO DA SILVA et al. (2004), no estuário do rio Formoso – PE.

De forma direta ou indireta, os parâmetros climatológicos e hidrográficos discutidos anteriormente interferem de forma positiva ou negativa nos parâmetros biológicos, entre eles: na biomassa, na composição e distribuição do fitoplâncton.

A biomassa fitoplanctônica pode variar no tempo e no espaço, nas áreas estuarinas e essa variação se dá, tanto em função das condições climatológicas (energia radiante e precipitação pluviométrica) como dos parâmetros hidrológicos (concentrações de sais nutrientes, grau de mistura e da qualidade ótica da água) bem como do regime de maré (BASTOS et al., 2005).

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., 1987/89).

É importante caracterizar a variabilidade da clorofila *a* longo prazo, em diferentes regiões, não apenas como uma característica da variação natural, mas como um passo essencial para detectar qualquer efeito antropogênico sobre a dinâmica do fitoplâncton em águas costeiras (SMAYDA, 1983).

Segundo BASTOS (2002), a determinação da biomassa fitoplanctônica através da clorofila *a* é um dos métodos mais precisos, de fácil aplicabilidade e de baixo custo, possibilitando avaliar a comunidade dos produtores primários aquáticos, além do que, a clorofila é considerada uma variável que reflete a resposta do fitoplâncton às condições da água e, especialmente ao enriquecimento.

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 aumentar a quantidade de material em suspensão, limitando a camada fótica, podendo afetar o desenvolvimento do fitoplâncton e diminuir as concentrações da biomassa (LOSADA et al., 2000).

Durante o período de grandes precipitações pluviométricas a redução da troca de água pelas marés resulta em baixas salinidades. Segundo PHILIPS et al., (2002), o tempo de residência da água é o principal fator controlador da biomassa fitoplanctônica.

Vários estudos têm demonstrado a influência que a precipitação pluviométrica exerce sobre os parâmetros ambientais, tais como: SILVA e KOENING (1993) no estuário do rio Paripe – PE; SANTOS-FERNANDES et al. (1998) no estuário do rio Jaguaribe – PE; FEITOSA et al. (1999b) no estuário do rio Goiana – PE; HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso – PE; GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó – PE; RODRIGUES (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA; entre outros, relatam terem encontrado as mais altas taxas de clorofila *a* durante o período chuvoso, corroborando os resultados observados neste trabalho. Tais autores alegam ainda que no período de maior índice pluviométrico as concentrações de nutrientes são mais acentuadas, favorecendo elevação dos teores de clorofila *a*.

SANTOS (2000) estudando a influência do rio Amazonas e Pará sobre a região costeira observou que os maiores valores de biomassa fitoplanctônica próximo à costa coincidiram com a ocorrência de menores salinidades e grandes aportes fluviais de nutrientes.

Por outro lado, OLIVEIRA e PASSAVANTE (1988) no estuário do rio Potengi – RN; FEITOSA et al. (1999a) na bacia do Pina – PE; AZEVEDO et al. (2008) na

região portuária da ilha de São Luís – MA e AZEVEDO-CUTRIM (2008) no Golfão Maranhense; relatam terem encontrados aumento da biomassa fitoplanctônica no período de estiagem, diferentemente do exposto neste trabalho.

De acordo com GREGO et al. (2004), a tendência de concentrações mais elevadas durante a preamar e/ou período de estiagem, é estabelecida por ambientes que já se mostram sofrendo por ação antropogênica, onde a referida maré e o período anual assumem papéis preponderantes, favorecendo uma maior diluição e transparência da água, resultando conseqüentemente, em um melhor desenvolvimento fitoplanctônico.

VARELA e PREGO (2003), no Porto de La Coruña, Espanha, relatam que a ação antrópica se fez presente, encontrando concentrações altas de clorofila durante todo o ano exceto para o inverno.

As concentrações de clorofila *a* observadas neste trabalho (0,5 a 7,92 mg.m⁻³) foram relativamente baixas e características de ambientes não eutrofizados, sendo indício de uma região mesotrófica, quando comparada àquelas obtidas em outras áreas estuarinas como, TEIXEIRA et al. (1988) no estreito dos Coqueiros – MA (3,10 a 20,00 mg.m⁻³); SILVA e KOENING (1993) no estuário do rio Paripe – PE (1,02 a 29,33mg.m⁻³); LOSADA et al. (2000) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba – PE (de indetectáveis a 22,2 mg.m⁻³); ANDRADE e PASSAVANTE (2001) no estuário do rio Maracaípe – PE (1,69 a 19,72 mg.m⁻³); HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso – PE (2,45 a 70,22 mg.m⁻³); ALCÂNTARA et al. (2004) no estuário do rio Anil – MA (5,48 a 27,25 mg.m⁻³); GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó – PE (2,43 a 160,49 mg.m⁻³); BASTOS et al. (2005) no estuário do rio Uma – PE (1,68 a 36,30 mg.m⁻³); RODRIGUES (2006) nas baías de São José, Cumã e São Marcos – MA (2,40 a 16,56 mg.m⁻³); AZEVEDO e CUTRIM (2007) nas porções norte-nordeste da ilha de São Luís – MA (4,29 a 18,00 mg.m⁻³); AZEVEDO et al. (2008) na região portuária de São Luís – MA (1,06 a 18,10 mg.m⁻³) e AZEVEDO-CUTRIM (2008) no Golfão Maranhense (1,92 a 72,23 mg.m⁻³).

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a biomassa fitoplanctônica total e fracionada apresentaram variações semelhantes. De acordo com a ACP dos parâmetros de superfície estas duas variáveis mostraram uma correlação direta com pluviometria, nitrito, nitrato, silicato e material em suspensão, e estão inversamente relacionados com a temperatura, transparência da água, pH, salinidade e altura da maré.

Isto indica que a área tem uma produção fitoplanctônica sustentável devido ao enriquecimento sazonal invernal, não abrangendo o período de estiagem e consequentemente não indicando índice de área poluída.

As características físicas e químicas na coluna d'água, além de controlar as variações temporais na produção e na biomassa, desempenham um importante papel na distribuição e composição da comunidade fitoplanctônica (HONORATO DA SILVA et al., 2004).

A ação dos fatores ambientais reflete direto na estrutura da comunidade fitoplanctônica, condicionando o estabelecimento destas populações, que possivelmente se encontram adaptadas a estas variáveis e suas oscilações (SILVA-CUNHA, 2001).

Em se tratando de composição florística do plâncton, a limitação física para a manutenção desta população em estuários deve-se à descarga de água doce que chega a ser um fator regulador (FERREIRA et al., 2005). Porém as atividades humanas estão mudando a distribuição dos elementos nutrientes e consequentemente provocando alterações na estrutura e no tamanho da comunidade fitoplanctônica (MURREL e LORES, 2004).

Na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, a comunidade fitoplanctônica, nas três estações de coleta, esteve representada por 115 táxons genéricos e infragenéricos. Destes, 80 táxons (69,57%) pertencem ao grupo das Bacillariophyta, comprovando a dominância destas microalgas na área estudada, e que tem se tornado padrão para os ecossistemas estuarinos tanto tropicais como temperados.

Dentre as microalgas que existem nos estuários, as diatomáceas apresentam maior diversidade de formas e são consideradas como os principais produtores desses ecossistemas, chegando a produzir 2×10^{13} KgC/ano. Elas também podem ser encontradas em qualquer ambiente aquático, apresentando como requerimento especial a sílica para formação de suas frústulas (MORENO et al., 1996). De acordo com SILVA-CUNHA (2001) as diatomáceas são as algas mais importantes do fitoplâncton estuarino, chegando na maioria das vezes, a constituírem mais de 80% dos táxons identificados.

A abundância desses indivíduos nestas áreas está condicionada as suas características de eurialinidade, o que os tornam capazes de suportar as grandes variações de salinidade que os estuários apresentam, associados por requererem

condições mais eutróficas, normalmente encontradas nos ambientes estuarinos, em virtude do acúmulo natural de nutrientes, trazido pela drenagem terrestre e pela renovação das águas (PATRICK, 1967; TUNDISI, 1970).

Este fato tem sido constatado em várias regiões do mundo, destacando-se os trabalhos de SMAYDA (1957), na baía de Nagarransett – USA; TESTER et al. (1995), no estuário do rio Newport, Carolina do Norte – USA; AVARIA et al. (1999), estreito de Magalhães, Chile; NUCCIO et al. (2002), no Lago Orbetello, Itália; VARELLA e PREGO (2003) no Porto de La Coruña, Espanha.

Particularmente nos estuários do Estado de Pernambuco, a presença das diatomáceas está associada ao grande volume de águas costeiras que penetram nesses ambientes, já que a maioria dos rios é de pequeno porte (SILVA-CUNHA et al., 1993). Como já relatado por FEITOSA et al. (1999b), no estuário do rio Goiana; KOENING et al. (2002) no estuário do rio Ipojuca; SILVA-CUNHA (2001) no canal de Santa Cruz; BRANCO et al. (2006) no complexo estuarino de Barra das Jangadas; HONORATO DA SILVA et al. (2004) no estuário do rio Formoso; GREGO et al. (2004) no estuário do rio Timbó.

Dentre as diatomáceas de maior destaque, tanto em frequência de ocorrência como em abundância, na área estudada estão: *Amphiprora alata* var. *pulchra*, *Amphora gigantea*, *Asterionellopsis glacialis*, *Campyloneis grevillei*, *Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus oculusiridis*, *Fragilaria capucina*, *Helicotheca thamesis*, *Licmophora abbreviata*, *Navicula* sp., *Nitzschia longíssima*, *Nitzschia* sp., *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Pleurosigma/Gyrosigma* sp. e *Thalassionema nitzschioides*.

Segundo MARSHAL e COHN (1987) o gênero *Coscinodiscus* pode ser considerado como indicador de condições marinhas ricas em nutrientes ou áreas de ressurgência. Diversos autores salientam que as diatomáceas pertencentes ao gênero *Coscinodiscus*, especialmente *Coscinodiscus radiatus* e *Coscinodiscus centralis* dominam o fitoplâncton marinho, sendo consideradas típicas dos estuários brasileiros (BARROS-FRANCA, 1981; ESKINAZI-LEÇA et al., 2000; LACERDA et al., 1998)

VARELLA e PREGO (2003) no Porto de La Coruña, Espanha, relataram a dominância das diatomáceas às altas concentrações de silicato, representando mais de 60% da comunidade, sendo responsáveis pelos mais altos níveis de abundância, e apresentando durante a primavera a dominância das espécies *Chaetoceros socilis* e *Asterionellopsis glacialis*.

A ACP dos parâmetros de superfície mostrou que as espécies *Campyloneis grevillei*, *Helicotheca tamesis* e *Thalassionema nitzschioides* correlacionam-se positivamente com oxigênio dissolvido, a taxa de saturação de oxigênio e profundidade local, e a espécie *Paralia sulcata* ficou associada positivamente com o fosfato e inversamente com a amônia.

Os dinoflagelados foram o segundo grupo do microfitoplâncton. São em grande maioria, próprios de condições estáveis, e a maior diversidade de espécies se encontra em águas estratificadas, com baixa concentração de nutrientes. Por este motivo, a grande maioria das espécies habita o plâncton marinho, de preferência as águas oceânicas, estando, portanto, nestes ambientes mais adaptados que as diatomáceas, constituindo assim populações mais diversificadas (DODGE, 1982; TAYLOR, 1987; DELGADO e FORTUÑO, 1991).

O terceiro grupo em representatividade foi o das clorofíceas. Segundo HONORATO DA SILVA et al. (2004), estas se encontram amplamente distribuídas tanto no ambiente marinho como dulcícola. No meio marinho, as formas unicelulares e planctônicas estão restritas à zona costeira, embora muito comumente a contribuição continental, nessa área, carregue espécies tipicamente de água doce.

Segundo VAN-DOLAH (2000), somente cerca de 2%, representados por 60 a 80 espécies fitoplanctônicas, são potencialmente tóxicas. Contudo, nas três últimas décadas, a incidência dessas espécies aumentou consideravelmente em várias regiões costeiras ao longo do globo, como consequência das atividades antrópicas. Dentre essas atividades, destaca-se a problemática da água de lastro dos grandes navios cargueiros, que atualmente tem sido um problema de âmbito mundial (RODRIGUES, 2006).

De acordo com PROCOPIAK et al. (2006) o levantamento da biota aquática de regiões portuárias é valioso para informar quais as espécies de alto risco estão presentes nestas águas, ou seja, as espécies exóticas e/ou potencialmente nocivas que podem ser captadas durante a tomada de lastro de navios atracados nos portos e que posteriormente podem ser transferidas para o próximo porto, no qual será realizado o deslastro, iniciando-se o processo de invasão biológica.

Espécies de *Pseudo-nitzschia* são produtoras de ácido domóico causando o Envenenamento Amnésico por Moluscos (ASP) que é acumulado na teia trófica e contamina os organismos aquáticos e os animais que se alimentam delas (RINES et al., 2002). A espécie *Pseudo-nitzschia pungens*, identificada na região costeira

adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, é considerada potencialmente tóxica por diversos autores, dentre os quais FERNANDES e BRANDINI (2004), PROENÇA e FERNANDES (2004).

Representantes de algas potencialmente nocivas têm sido investigadas devido a prévia ocorrência de florações relacionadas com a mortandade de organismos filtradores, como por exemplo, *Asterinellopsis glacialis*, no litoral de São Paulo, que foi relacionada à mortandade de peixes, mesmo não sendo uma espécie tóxica, mas que devido à uma série de fatores como ventos fortes, que ressuspendem as células presentes no sedimento, concentrando-as na superfície (ODEBRECHT et al., 2002).

Coscinodiscus centralis produzem polissacarídeos que são liberados na água do mar, que em altas concentrações tornam o meio anóxico, causando a mortandade dos organismos marinhos e dificultando a migração de peixes, e a espécie *Cerataulina pelagica* pode causar injúrias em organismos filtradores além de também causar anoxia (FERRARIO et al., 2002), *Skeletonema costatum* já esteve associada a mortandade de peixes em cultivo durante períodos de floração no Atlântico Norte (FRYXELL e VILLAC, 1999).

Para SILVA-CUNHA (2001), no litoral de Pernambuco, a associação mais característica do fitoplâncton é aquela representada pelas espécies marinhas eurialinas, as quais podem dominar em mais de 80% da comunidade. Dentre estas, pode-se citar as espécies marinhas litorais (ticoplanctônicas) que, pelo fato de serem aderidas, sobrevivem apenas nas regiões costeiras de baixa profundidade até onde possa penetrar a luz solar e as planctônicas neríticas, que sobrevivem no plâncton das regiões costeiras, onde oscilações de salinidade podem ocorrer.

Levando-se em conta os diversos regimes de salinidade, na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém foi constatado o predomínio de espécies ticoplanctônicas (41,49%) e espécies marinhas planctônicas oceânicas e neríticas (27,66% e 19,15%, respectivamente), seguidas pelas dulcícolas e estuarinas. Este fato deve-se mais uma vez ao hidrodinamismo presente na área de estudo, onde espécies marinhas são trazidas pelo fluxo das marés.

A composição específica do fitoplâncton varia em função do tempo e reflete a evolução das condições ambientais. Segundo VALENTIN et al. (1991), o fitoplâncton é constantemente submetido às variações de abundância e composição específica, e um dos parâmetros mais utilizados para estudos ecológicos do plâncton é a

diversidade específica, cuja variação informa sobre a estrutura e dinâmica do sistema.

Em ambientes estuarinos, as flutuações ambientais podem prover as condições necessárias para produzir a alta diversidade de espécies em comunidades de fitoplâncton, porém, as condições mutáveis como o fluxo e refluxo das marés, podem ser muito severas para que estas algas permaneçam no estuário (YAMAMOTO e OKAI, 2000)

Segundo MARGALEF (1978), os valores de diversidade específica, que variam de 1,0 a 2,5 bits.cel⁻¹, caracterizam uma região costeira, podem ser especialmente baixos em estuários, caracterizar comunidades em início de sucessão e indicar ambientes poluídos. Valores entre 3,5 e 4,5 bits.cel⁻¹, são encontrados em regiões oceânicas ou em comunidades costeiras em etapas mais avançadas de sucessão.

Os valores de diversidade específica obtidos para a região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, durante o período de estudo, apresentaram uma variação de 1,40 a 4,56 bits.cel⁻¹, dos quais 55,55% foram superiores a 3,0 bits.cel⁻¹, enquadrando-se com altas diversidades específicas. Os índices de 1,40 e 1,41 bits.cel⁻¹ de diversidade específica, observados durante a preamar do mês de jul./08, nas estações 3 e 2, são justificados pela dominância de *Asterinellopsis gracialis*, que obteve percentuais de abundância de 71,10% e 64,68%, respectivamente.

FLORES-MONTES (1996), em estudo sobre a variação nictemeral do fitoplâncton no canal de Santa Cruz – PE, observou que o índice de diversidade específica variou de médio a baixo, sendo estes valores justificados pelo florescimento de *Thalassiosira* sp. e flagelados, que encontraram condições ambientais favoráveis, ou por possuírem capacidade fisiológica para se adaptar mais rapidamente às condições locais.

Em outras áreas estudadas, como nos estuários do rio Ipojuca – PE (KOENING et al., 2002), do rio Paripe – PE (LACERDA et al., 1998), nos outros Estados do Brasil como no estuário do rio Vaza-Barris – SE (MOURA JÚNIOR, 1997), bem como no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba – AL (MELO MAGALHÃES et al., 2004), foi registrada uma alta diversidade específica da flora planctônica estuarina, decorrente da presença de espécies de origens diversas, ou seja, água doce, marinha e do bentos.

A alta diversidade apresentada na região costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém, deve-se a heterogeneidade das espécies como as diversas origens dos organismos, em especial os ticoplanctônicos.

Pelo que foi relatado e discutido pode-se contatar que as variações das condições hidrológicas e biológicas da área costeira adjacente à desembocadura do rio Sirinhaém são regidas por duas forças que atuam conjuntamente no ambiente. A primeira delas é a pluviometria, que interfere na salinidade e nas concentrações dos sais nutrientes e material em suspensão, que por sua vez influem na biomassa fitoplanctônica. A segunda força atuante é o regime de maré, interferindo nas concentrações de oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação, além de contribuir com a diversidade do ambiente trazendo espécies marinhas para a área

6 CONCLUSÕES

1. A precipitação pluviométrica, que durante o período estudado esteve abaixo da média histórica da região, juntamente com o movimento periódico das marés foram os parâmetros que mais influenciaram na variação da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos.
2. O regime de salinidade variou de oligoalino a eurialino. Quanto a distribuição vertical da salinidade, esta permitiu classificar a região como bem misturada (homogênea), excetuando-se a estação 2.
3. As concentrações mais elevadas do material em suspensão, relatadas para o período chuvoso, coincidiram com as concentrações mais elevadas da biomassa total e fracionada, demonstrando que o material particulado apesar de ser o principal causador da turbidez da água, provocou também enriquecimento, sendo este o fator que predominou na área estudada.
4. Não foi observado nenhum valor acima dos 5 mg.L⁻¹ para a demanda bioquímica de oxigênio, indicando baixo grau de poluição orgânica e que a área está isenta de impactos antrópicos acentuados.
5. As concentrações de sais nutrientes (nitrito, nitrato, amônia, fosfato e silicato) mantiveram-se abaixo dos níveis encontrados em áreas poluídas apesar de sustentar a biomassa em níveis medianos.
6. As concentrações de clorofila *a* são relativamente baixas e características de ambientes não eutrofizados, indicando se tratar de uma região mesotrófica, apesar do maior aporte de nutrientes durante o período chuvoso.
7. A comunidade fitoplanctônica esteve representada pelas diatomáceas, com destaque para *Paralia sulcata*, por sua frequência de ocorrência (100%), e *Asterionellopsis glacialis*, por ser a única microalga considerada dominante no ambiente.
8. A salinidade foi um fator importante na determinação da composição fitoplâncton, quer na abundância, quer na diversidade, sendo constatado o predomínio de espécies consideradas ticoplanctônicas (41,49%) seguidas pelas marinhas planctônicas oceânicas e neríticas (27,66% e 19,15%,

respectivamente), o que indica que a área possui um intenso hidrodinamismo e influência marinha.

9. Os altos índices de diversidade encontrados refletem a heterogeneidade e diferentes características ecológicas das espécies.
10. A área em questão é típica de sistema costeiro, considerada bem preservada e livre de impactos ambientais marcantes, com pequenas alterações nas suas condições naturais e alto grau de complexidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAWIN, N.S.R.; DUARTE, C.M.; AGUTÍ, S. McMANUS, L. Abundance, biomass and growth rates of *Synechococcus* sp. in a tropical coastal ecosystem (Philippines, South China Sea). **Estuarine Coastal Shelf Science**, v. 56, p. 493-502, 2003.
- AKTAN, Y.; TUFEKC, V.I.; TUFEKC, H.I.; AYKULU, G. Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in İzmit Bay (Turkey). **Estuarine, Coastal and shelf Science**. v. 64, p. 372-384, 2005.
- ALCÂNTARA, E.H.; MOCHEL, F.R.; AMORIM, A.J.E. Modelagem da profundidade de Secchi e da concentração de clorofila *a* no estuário do rio Anil, São Luís – MA. **Caminhos da Geografia**, n. 5, São Luís, v. 13, p. 19-40, 2004.
- AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. CNEXO. Brest. 395 p. 1983.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J., 1988, Modern approach to the classification system of cyanophytes 3. Oscillatoriales. **Arch. Hydrobiol. Suppl. Algological Studies**, 50-53: 327-472.
- ANDRADE, G. T. C. **Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Maracáipe (Ipojuca-Pernambuco)**. Recife, 1999. 46f. Monografia (Graduação) Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- ANDRADE, G.T.C.; PASSAVANTE, J.Z.O. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Maracáipe (Ipojuca, Pernambuco). **Revista de Biologia Aquática Tropical**, Natal, v. 11, 2001.
- AOKI, M. 1993. Seasonal changes of chlorophyll *a* distribution at the northern part of Suruga Bay, central Japan. **Bul. Inst. Oceanic Res. & Develop.**, Tokai Univ., **14**, 105-118.
- APHA, AWWA, WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16^o ed. Washington, D.C. 1268p. 1985.
- AVARIA, S.; JORQUEIRA, L.; MUÑOZ, P.; VERA, P. Distribución Del microfitoplancton marino em La zona de aguas interiores comprendida entre el golfo de Pnás y el estrecho de Magallanes, Chile, em La Primavera de 1996 (Crucero Climático – Fiordo 2). **Ciencia y Tecnología Del Mar**, Valpariso: v. 22, p. 81-110, 1999.
- AZEVEDO, A.C.G.; CUTRIM, M.V.J.C. Fitoplâncton costeiro das porções norte-nordeste da ilha de São Luís, MA, Brasil. IN: SILVA, A.C.; FORTES, J.L.O. (Org.). **Diversidade biológica, uso e conservação de recursos naturais no Maranhão: Projetos e ações em biologia e química**. São Luís: UEMA, v. 2, p. 67-92, 2007.
- AZEVEDO, A.C.G.; RIBEIRO, G.A.; CUTRIM, M.V.J.C.; DUARTE-DOS –SANTOS, A.K.; COSTA-E-SILVA, S.E.F. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica na região portuária da ilha de São Luís – MA – Brasil. IN: Congresso Ibero-Americano de Oceanografia e III Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2008. **Anais...** Fortaleza, p. 50-52, 2008.

AZEVEDO-CUTRIM, A.C.G. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense – Brasil**. Recife, 2008. 146f. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia Universidade Federal de Pernambuco. 2008.

BALECH, E. Los Dinoflagelados dell Atlântico Sudoccidental. **Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía**, Madri: Ministério da Agricultura y Alimentación, 1988, p. 310. (Publicaciones Especiales).

BARROS-FRANCA, L.M. **Composição e aspectos ecológicos do fitoplâncton do rio Botafogo (PE)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 118f. 1981.

BASTOS, R.B. **Variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil)**. 2002, 56 f. Monografia (Graduação em Biologia) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

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.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; AZNAR, C.E.; ROCHA, J.M.; ALMEIDA, M.T.; KINAS, P.G. contaminação das águas receptoras do principal efluente doméstico da cidade do Rio Grande, RS. **Atlântica**, Rio Grande, FURG, n. 20, p. 35-54, 1998.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; POZZA, S.A. **Qualidade de Águas**, Rio Grande: Ed. Da FURG, 166p. 2001.

BOLD, H. C.; WYNNE, M. J. **Introduction to the algae: structure and reproduction**. 2nd. New Jersey: Prentice-Hall, 1985, 720p.

BOURRELLY, P. **Lês algues d'eau douce**: Initon á la sistématique. Paris: N. Boubée, 1972. 3 v. v. 1: Lês algues Vertes.

BOYNTON, W.R.; KEMP, W.M., KEEFE, C.W. A comparative analysis of nutrients and ther factors influencing estuarine phytoplankton production. IN: KENEDDY, V.S. (Ed.), **Estaurine Comparisons**. London: Academic Press, p. 69-90. 1982.

BRAGA, E.S.; BONETTI, C.V.D.H.; BURONE, L.; BONETTI-FILHO, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wates at the Baixada Santista estuarine system – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 2, pp. 165-173, 2000.

BRAGA, R. A. P. **Caracterização preliminar da zona estuarina de barra de Sirinhaém**. Relatório de pesquisa à Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de administração dos Recursos Hídricos (CPRH). Governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Saneamento, Obras e Meio Ambiente. Recife, 1986. 62 p.

BRAGA, R.A.P. Situação Atual e Perspectivas dos Manguezais no Nordeste Brasileiro. **Trabalho apresentado no I Simpósio Brasileiro Sobre Uso, Manejo e Conservação de Manguezais**. João Pessoa, 1994.

BRANCO, E. S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco – Brasil)**. Recife, 2001. 125f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco.

BRANCO, E.S.; FEITOSA, F.A.N.; MONTES, M.J.F. 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. 17-23, 2002.

BRANCO, E.S.; FEITOSA, F.A.N.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VITORIO, U.S.R. Variação sazonal das algas planctônicas correlacionadas com parâmetros ambientais no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – PE – Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 14, n. 2, p. 79-96, 2006.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3 ed. São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.

BROCE, D.A.S. **Importação e exportação de carbono orgânico sob forma particulada através da barra sul do Canal de Santa Cruz, Itamaracá – PE, Brasil**. Recife, PE: 1994. 83 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal de Pernambuco. 1994.

CAVALCANTI, L.B. **Caracterização do canal de Santa Cruz (Pernambuco – Brasil) em função dos parâmetros físico químicos e pigmentos fotossintéticos**. Recife, 1976. 115 f. Tese (Livre docência). C.T.G. UFPE.

CHERVIN, M.B.; MALONE, T.G.; NEALE, P.J. 1981. Interactions between suspended organic matter and copepod grazing in the plume of the Hudson River. **Estuar. Coast Shelf Sci.**, 13: 169-183.

CHESTER, R. **Marine Geochemistry**. London: Chapman & Hall, 668p. 1993.

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

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist & Wiksells, 1951. 163 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v.2, n.1).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist & Wiksells, 1952. 153 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v.3, n.3).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist & Wiksells, 1953a. 158p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v.4, n.1).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist & Wiksells, 1953b. 255 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v. 4, n. 5).

CLEVE-EULER, A. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**. Stockholm: Almqvist & Wiksells, 1955. 232 p. (Kungl. Svenska vetenskapsademiens handlingar. 4 ser., v. 3, n. 3).

CLOERN, J.E. 1996. Phytoplankton bloom dynamics in coastal ecosystems: a review with some general lessons from sustained investigation of San Francisco Bay, California. **Rev. Geophys.**, 34: 127-168.

CONDEPE. **Rio Formoso**. Monografias Municipais, Recife, v. 2, 173p. 1992.

COSTA, K.M.P. **Distribución de los Nutrientes em El Mediterráneo Occidental (Golfo de León e Mar Catalan) influencia de los factores físicos**. Barcelona, 1996. 207p. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) Universitat Politècnica de Catalunya, 1996.

COSTA, K.M.P. et al. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. I. Variação das características físico-químicas da água. In: **III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro**, Fortaleza, 1985. Anais... Fortaleza, 1989, p. 337-362.

CUPP, E. D. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. **Bulletin of the Institution of Oceanography**, La Jolla, v. 5, p. 1-237, 1943.

DAY, J.W.; HALL, C.A.S.; KEMP, W.M.; YÁÑES-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1989, 558p.

DE JONGE, V.N.; VILLERIUS, L.A. Possible role of carbonate dissolution in estuarine phosphate dynamics. **Limnol. Oceanogr.**, Lawrence, v.34, n. 2, p. 332-340, Mar. 1989.

DELGADO, M.; FORTUÑO, J.M. Atlas del fitoplâncton del Mar Mediterráneo. **Science Marine**. Madri: n. 55, p. 1-133, 1991 (supl. 1).

DELGADO-NORIEGA, C. ; COSTA, K.M.P. ; FEITOSA, F.A.N. ; FLORES MONTES, M. J. ; GREGO, C.K.S. ; SOARES, G.S.S. ; SILVA, H.P. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes em um estuário tropical (Barra das Jangadas-PE-Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 37, 2004.

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

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

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudos ecológicos do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco In: **ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON**, 4., 1990, Recife. **Resumos...** Recife: EDUFPE, 1991. p.54.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L.; SILVA-CUNHA, M.G.G. O fitoplâncton: estrutura e produtividade. IN: BARROS, H.M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S.J.;

LIMA, T. (Org.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife: Ed. UFRPE, p. 67-74, 2000.

ESKINAZI-LEÇA, E.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; KOENING, M.L.; MACEDO, S.J.; COSTA, K.M.P. 1997. Variação espacial e temporal do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco – Brasil. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. Recife, v.25, p.1-16, 1997.

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

FALCÃO, J. P. 2002. **Modelagem matemática da hidrodinâmica e da qualidade da água do trecho a jusante da Barragem do Rio Pirapama – PE, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FAN, A.; JIN, X. Tidal effect on nutrient exchange in Xiangshan Bay, China. **Marine Chemistry**, Amsterdam, v. 27, n. 3-4, p. 259-281, Oct. 1989.

FEITOSA, F. A. N. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionadas com parâmetros abióticos no sistema estuarino do rio Goiana (Pernambuco-Brasil)**. São Paulo, 1996, 250 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

FEITOSA, F. A. N. **Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife-PE)**. Recife, 1988. 279 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

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 da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife v.27, n.2, p.1-13, 1999a.

FEITOSA, F.A.N.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; LINS, I.C. Estrutura do microfitoplâncton do sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 27, p. 17-25. 1999b.

FERNANDES, L.F.; BRANDINI, F.P. 2004. Diatom associations in shelf waters off Parana State, Southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **Braz. J. Oceanogr.** 52(1):19-34. 2004.

FERRARIO, M.; SAR, E.; SALA, S. 2002. Diatomeas potencialmente toxígenas del cono Sur Americano. In: SAR, E.A.; FERRARIO, M.E.; REGUERA, B. (eds). **Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano**. Instituto Español de Oceanografía, p. 169-194. 2002.

FERREIRA, J.G.; WOLFF, W.J.; SIMAS, T.C.; BRICKER, S.B. Does biodiversity of estuarine phytoplankton depend on hydrology? **Ecological Modelling**, 187, p. 513-523, 2005.

FLORES MONTES, M. J. ; MACÊDO, S.J. ; KOENING, M.L. ; LINS, I. C. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no Canal de Santa Cruz,

Itamaracá-PE-Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife-PE, v. 26, n. 1, p. 13-26, 1998.

FLORES MONTES, M. J. **Variação nictimeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE**. Recife, PE: 1996. 197f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. 1996.

FLORES-MONTES, M.J.; MACÊDO, S.J.; KOENING, M.L. N:Si:P atomic ratio in the Santa Cruz channel, Itamaracá – PE (Northeast Brazil): a nyctemeral variation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, n. 45, v. 2, p. 115-124. 2002.

FRAGA, F. El agua marina. IN: CASTELLI, J. **Ecologia marina**. Caracas: Fundación La Salle de Ciencias Naturales, p. 67-99. 1972.

FRYXELL, G.R.; VILLAC, M.C. 1999. Toxic and harmful marine diatoms. In: STOEMER, E. F.; SMOL, J.P. (eds). **The diatoms: applications for the environmental and earth sciences**. Cambridge University Press, Cambridge, p.1-469. 1999.

GIESKES, W.W.C.; KRAAY, G.W.; BAARS, M.A. 1979. Current ¹⁴C methods for measuring primary production: gross underestimates in oceanic waters. **Neth. J. Sea Res.** 13: 58-78.

GOLDMAN, J.C. 1988. Spatial and temporal discontinuities of biological processes in pelagic surface waters. In: ROTHSCILD, B.J. (ed.) **Toward a theory in biological-fisical interactions in the world ocean**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 273-296.

GRASSHOFF, F. K.; EMRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2. ed. Nova Iorque: Verlag Chemie, 1983. 419 p.

GREGO, C. K. S. **Distribuição espacial e sazonal da composição e biomassa fitoplanctônica correlacionadas com a hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco)**. Recife: 2004. 117f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

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.

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.; SYVERTSEN, E. E. Marine diatoms. In: TOMAS, Carmelo R. (Ed.). **Identifying marine diatoms and dinoflagellates**. San Diego: Academic. p. 5-385, 1997.

HENDEY, N.I. Na introductory of amaller algae of British coastal waters. Part v: Bacillariophyceae (Diatoms). **Fishery Investigations**. Serie 4. p. 1-317, 1964.

HONORATO DA SILVA, M. ; PASSAVANTE, J.Z.O. ; SILVA-CUNHA, M.G.G.; VIEIRA, D.A.N. ; GREGO, C.K.S. ; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplânctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brazil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n. 1, p. 89-106, 2004.

HONORATO DA SILVA, M. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil)**: biomassa, taxonomia e ecologia. Recife, PE: 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

HOOD, D.W. Ciclos químicos do mar. In: **Oceanografia: A Última Fronteira**. São Paulo: Cultrix, 1976, p. 42-54.

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

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

HUSTED, F. **Die Kieselalgen** Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft. 1959. 845 p. (Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. V.7,pt.2, n. 1-6).

IARTE, A.; PURDIE, D.A. 1993. Distribution of crococcoid cyanobacteria and size fractionated chlorophyll a biomass in central and southern North Sea waters during June/July 1989. **Neth. J. Sea Res.** 31: 53-56.

ITEP – Instituto de Tecnologia de Pernambuco. LAMEPE - Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>>. Acesso em 12 de outubro de 2008.

JESUS, A.N.S.; ODEBRECHT, C. Fitoplâncton e nutrientes inorgânicos no estuário da Lagoa dos Patos: experimentos de enriquecimento em laboratório. **Atlântica**, Rio Grande, v. 21, p. 59-75, 1999.

JORDAN, T.E.; CORRELL, D.L.; MIKLAS, J.; SÉLLER, D.E. Nutrients and chlorophyll at the interface of a watershed and an estuary. **Limnol. Oceanogr.**, Lawrence, v. 36, n. 2, p. 251-267. 1991.

KARL, D.M.; TIEN, G. Magic: a sensitive and precise method for measuring dissolved phosphorus in aquatic environments. **Limnol. Oceanogr.**, Lawrence, v. 37, n. 1, p. 105-116. 1992.

KELLER, A.A. Modeling the effect of temperature, light and nutrients on primary productivity: Na empirical and a mechanistic approach compared. **Limnology and Oceanography**, v 34, n. 1, p. 82-95, 1989.

KEMPF, M. A plataforma continental de Pernambuco (Brasil). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. Recife, 9/11: 111-124, 1970.

KINNE, O. The effect of temperature and salinity on marine and brackish Waters animals. IN: BARNES, H. (Ed.). **Oceanography and marine biology – Annual Review**. New York: Hafner. Publ. Co. v. II: Salinity and temperature – salinity combinations. P. 281-339. 1964.

KINNE, O.. **Marine ecology**. London: Wiley – Interscience, 1970.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da Limnologia**. 2ª Ed. Porto Alegre: Ed. Da Universidade UFRGS, 1990. 329p.

KMET, T. **Bull. Math. Biol.**, 1996, vol. 58, nº. 5, p. 957.

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

KOENING, M. L. **Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implantação do Porto de Suape (Pernambuco – Brasil)**. Recife, 1997.263f. Tese (Doutorado em Botânica) – Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1997.

KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J. Hydrology and phytoplankton community structure at Itamaracá-Pernambuco (Northeast Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 4, p. 381-392, 1999.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K., 1986, Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2-Chroococcales. **Arch. Hydrobiol. Suppl. 73, 2 (Algological Studies, 43):** 157-226.

KOROLEFF, F. IN: GRASSHOFF, K. et al., **Methods of Seawater Analysis**. 2 ed. New York: Verlog Chemie, 317p. 1983.

KUHL, A. phosphate metabolism of green algae. IN: DANIEL F. JACKSON (ed.). **Algae, man and the environment**, p. 37-52, 1967.

LABOREL-DEGUEN, F. Nota Preliminar sobre a ecologia das pradarias de fanerógramas marinhas na costa dos Estados de Pernambuco e da Paraíba. **Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr.**, Recife, 3/4: 39-50, 1963.

LACERDA, S.R. **Variação diurna e sazonal do fitoplâncton no estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco – Brasil)**. 1994. 146f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1994.

LACERDA, S.R.; ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L. Composição e variação da flora das diatomáceas do estuário do rio Paripe (Itamaracá-Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife: v. 26, p. 19-30, 1998.

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.

LAVÔR-FERNANDES, G. Composição e variação horizontal do microfitoplâncton do estuário do rio Tibiri em São Luís – MA, Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 6, n. 1, p. 45-59, 1990.

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**. V. 22, n. 3, p. 711-722, 2008.

LIRA, L.; ZAPATA, M.C.; FALCÃO, I.M. de M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A V. de. Material em suspensão, temperatura e salinidade no estuário do rio Mamucaba-PE. **Cad. Ômega**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, v. 2, n. 1, p. 97-116, jul. 1978.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitárias de lãs fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biologia Marina**, [s. l.]. n. 22, p. 1-29, 1986.

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

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. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: v. 28, n. 2, p. 1-18, 2000.

MACÊDO, S. J. **Fisioecologia da alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá – Pernambuco)**. São Paulo, SP: 1974. 121f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia), Universidade de São Paulo, 1974.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K.M.P. Estudos ecológicos da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. Condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, vol. 30 (7): 346 – 368, 1978.

MACÊDO, S.J.; FLORES-MONTES, M.J.; LINS, I.C. Características abióticas da área. IN: **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. (BARROS, H.M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACÊDO, S.J.; LIMA, T.) EDS. Recife, 7-25, 2000.

MACÊDO, S.J.; NEUMANN-LEITÃO, S.; KOENING, M.L.; ARAÚJO FILHO, M.; SCHWAUMBORN, R.; FEITOSA, F.A.N.; MUNIZ, K.; LACERDA, S.R.; FLORES-MONTES, M.J. Status of the Barra das Jangadas estuary (North-eastern Brazil): na ecological approach. IN: TIEZZI, C.A.; BREBBIA, S.E.; JORGENSEN, S.; ALMORZA GOMAR (Eds.). **Ecosystems and sustainable development V**. Witpress, Southampton, Boston. P. 709-722, 2005.

MACKAS, D.L.; HARRISON, P.J. Nitrogenous nutrient sources and sinks in the Juan de Fuca Strait/ Strait of Georgia/ Puget Sound estuarine system: Accessing the potential for eutrophication. **Estuarine, Coastal and shelf Science**, 44: 1-21. 1997.

MACKAS, D.L.; LOUITTIT, C.G. 1988. Aggregation of the copepod *Neocalanus plumchrus* at the margin of the Fraser River plume in the Strait of Georgia. **Bull. Mar. Sci.**, 43: 810-824.

MAKISIMOVA, M.P.; KATUNIN, D.N.; ELETSKII, B.D. Okeanalogiya (Moscow), 1978, vol. 18, no.3, p. 454. IN: LEONOV, A.V.; NAZAROV, N.A. 2001. **Water Resources**, vol. 28, no.6, 656-665, 2001.

MALONE, T.C. 1980. Size fractionated primary productivity of marine phytoplankton. In: Falkowski, P.G. (ed.) **Primary Productivity in the sea**. Plenum Press, New York, p. 301-319.

MANSO, V.A.V.; CORRÊA, I.C.S.; GUERRA, N.C. 2003. Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Rev. Pesq. Geociências**, 30(2): 17-25.

MANSO, V.A.V. 1997. **Geologia da planície costeira e da plataforma continental interna adjacente da região entre Porto de Galinhas e Tamandaré – litoral sul de Pernambuco**. Porto Alegre – RS. 171p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1997.

MARGALEF, F.R. Diversity. IN: SOURNIA, A. (Ed.). **Phytoplankton Manual**. Paris: UNESCO, p. 251-260, 1978.

MARSHAL, H.G.; COHN, M. Phytoplankton composition of the New York bight and adjacent waters. **J. Plankton Res.**, New York: v. 9, 1987.

MARTINS, C.R.F.; AZEVEDO, A.C.G.; CUTRIM, M.V.J.; ARAÚJO, R.C.A.O. Comunidade fitoplanctônica da praia de Panaquatira, São José do Ribamar – MA. In: XIV Semana Nacional de Oceanografia. **Resumos...** Rio Grande, 2001.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodologia para el Estudio de la Vegetacion. **Coleccion de Monografias Científicas. Série Biologia**. [s.l.]. n. 22. 1982. 168 p.

McHUGH, J.L.L. The estuarine ecosystem integrated. IN: YAÑEZ-ARANCIBA, A. (Ed.). **Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons**. Towards and Ecosystem integration. Unam Press, México. 1985. 654 p. Chap. 2. P. 9-16.

McLUSKY, D. S. **Ecology of estuaries**. London: Heinemann Educational Books, 144p. 1971.

McLUSKY, D. S. **The estuarine ecosystem**. 2.ed. Glasgow. Blackie and Sons Ltda. 1989, 215p.

MEDEIROS, C. **Circulation and mixing processes in the Itamaracá estuarine system, Brazil**. Columbia: 1991. 131f. Tese (Doutorado em Philosophy). University of South Carolina. 1991.

MELO MAGALHÃES, E. M. de. **Ecologia do fitoplâncton do complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas-Brasil**. Recife, PE: 2000. 92f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco. 2000.

MELO, U.; SUMMERHAYES, C. P.; TORNER, L. G. Metodologia para o estudo do material em suspensão na água do mar. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 18, n. ¾, p. 115-127, 1975.

MELO-MAGALHÃES, E. M. ; KOENING, M.L. ; NOUGUEIRA, E.M.S. Variação Sazonal e Espacial de Algas Cianofíceas no Complexo Esutarino Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas-Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza-Ceará, v. 37, p. 77-84, 2004.

MEYBECK, M., 1982, Carbon, nitrogen, and phosphorus transport by world rivers. **Am. J. Sci.** 282: 401-450.

MIZUNO, T. **Illustrations of freshwater plankton of Japan**. Higashiku: Hoikusha, 1968. 351 p.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomaceae (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinha e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biológica brasileira**. Recife: v. 6, n. 1/2, p. 87-110, 1994/1995.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M; SOUZA-MOSMANN, R.M.; CUNHA, J. A. Avaliação florística e ecológica das Diatomáceas (*Chrysophyta-Bacillariophyceae*) marinha e estuarinas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Estudos de Biologia**. Curitiba: v.25, p.5-48, 1990.

MOREIRA, M.O.P. **Produção do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical. (Estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará)**. Recife, 1994, 338 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MORENO, J.L.; LICEA, S.; SANTOYO, H. **Diatomeas Del Golfo de Califórnia**. México: Universidad Autonoma de Baja Califórnia, 272p, 1996.

MOURA JUNIOR, A. M. **Microfitoplâncton no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe**. Recife, PE: 1997. 128f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1997.

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

MOURA, R.T. ; PASSAVANTE, J.Z.O. Biomassa fitoplanctônica da baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 23, p. 1-15, 1995.

MULLER-MELCHERS, F. C.; FERRANDO, H.J. Técnicas para el estudio de las diatomeas. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo: v.7, n ½ , p.151-160, 1956.

MUNIZ, K.; RUIZ DE VILLA, C.; CRUZADO, A. Estudio estadístico de La variabilidad del silicato en el Mediterráneo Occidental (Golfo de Leon y Mar Catalan). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 24: 1-17, 1996.

MURRELL, M.C.; LORES, E.M. Phytoplankton and zooplankton seasonal dynamics in a subtropical estuary: importance of cyanobacteria. **Journal of Plankton Research**. v. 26, n. 3, p. 371-382, 2004.

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

NASCIMENTO, F.C.R.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F.A.N.; ARAUJO, J.P.; SILVA, R.M.S.; SILVA, G.S.; FLORE-MONTES, M.J. Disponibilidade nutricional da Bacia do Pina e rio Tijipiô (Recife – PE – Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (Setembro/2000). **Tropical Oceanography**. Recife, v. 30, p. 1-21, 2002.

NEUMANN-LEITÃO S. 1994. **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape-PE, Brasil**. São Carlos, São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Doctoral thesis, 273p.

NORIEGA, C.E.D. 2004. **Influência hidrológica e grau de poluição dos rios Pirapama e Jaboatão no estuário da Barra das Jangadas (PE-Brasil): Ciclo Temporal**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

NUCCIO, C.; MELILLO, C.; MASSI, L.; INNAMORATI, M. Phytoplankton abundance, community structure and diversity in the eutrophicated Orbetello lagoon (Tuscany) from 1995 to 2001. **Oceanologica Acta**. Florence, Italy. v. 26, p. 15-25, 2003.

ODATE, T.; MAITA, Y. 1988. Regional variation in the size composition of phytoplankton communities in the western North Pacific ocean, spring 1985. **Biol. Oceanogr.** 6: 65-77.

ODEBRECHT, C. Variações espaciais e sazonais do fitoplâncton e metazooplâncton na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**. Rio Grande, v. 10, n. 1. 20, p. 20-40, 1988.

ODEBRECHT, C.; AZEVEDO, S.M.F.O.; GARCIA, V.M.T.; HUSZAR, V.L.M.; MAGALHÃES, V.F.; MENEZES, M.; PROENÇA, L.A.O.; RÖRIG, L.R.; TENENBAUM, D.R.; VILLAC, M.C.; YUNES, J.S. 2002. Floraciones de microalgas nocivas en Brasil: estado del arte y proyectos en curso. In: SAR, E.A.; FERRARIO, M.E.; REGUERA, B. (eds). **Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano**. Instituto Español de Oceanografía, p.217-233. 2002.

OLIVEIRA, C.M.S., GAIGHER, L.P.; SILVEIRA, I.M.O. Concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato no rio Piraquê-Uça (Aracruz – ES). I Congresso Brasileiro de Oceanografia e XIV Semana Nacional de Oceanografia. In: **Resumos...** Aracruz, p. 181, 2004.

OLIVEIRA, D.B.F.; PASSAVANTE, J.Z.O. Biomassa primária do fitoplâncton do estuário do rio Potengi (Natal – Brasil). **Gayana, Botanica**. V. 45, n. 1-4, p. 235-240, 1988.

PAIVA, R.S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; MELO, F.A.C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e

foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 2, n. 2, p. 133-146, maio-ago., 2006.

PASSAVANTE, J. Z. de O. **Produção primária do fitoplâncton do canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE)**. 1979. 188f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1979

PASSAVANTE, J. Z. de O.; KOENING, M. L. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXVI. Clorofila *a* e material em suspensão no estuário do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 18, p. 207-230, 1984.

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. 1987/89.

PATRICK, R. Diatoms communities in estuaries. IN: LAUFF, G.H. **Estuaries**, Washington: American Association for the Advancement of Science, p. 311-315, 1967.

PERAGALLO, H.; PERAGALLO, M. **Diatomaceés marines de France et des districts maritimes voisins**. Amsterdam: Asher, 1897-1908, v.1, 540 p.

PERAGALLO, H.; PERAGALLO, M. **Diatomaceés marines de France et des districts maritimes voisins**. Amsterdam: Asher, 1897-1908, v.2, 137 p.

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, 25 (1): 11-20, 2003.

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

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

PINHEIRO, R.V.L.; FARIAS JR., L.E.C. Processos Sedimentários do Estuário do Guajará (PA). IN: Congresso da ABEQUA, 1987, Porto Alegre. **Anais...** I Congresso da ABEQUA. Porto Alegre: SBG, v. 1, p. 119-132. 1987.

PLATT, T.; SUBBA RAO, D.V.; IRWIN, B. 1983. Photosynthesis of picoplankton in the oligotrophic ocean. **Nature** 301. 702-704.

PREGO, R.; BAO, R.; HOWLAND, R. The biogeochemical cycling of dissolved silicate in a Galician Ria. **Ophelia**: Heldingor, v. 42, p. 301-318, Sep. 1995.

PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F.; MOREIRA FILHO, H. Marine and estuarine diatoms (Bacillariophyta) from Parana, southern Brazil: check-list with emphasis on harmful species. **Biota Neotrop.**, vol. 6, no. 3, Sep/Dec 2006.

PROENÇA, L.A.O.; FERNANDES, L.F. 2004. Introdução de microalgas no ambiente marinho: impactos negativos e fatores controladores. In: SILVA, J. S.V.; SOUZA,

R.C.C.L. (eds). Água de lastro e bioinvasão, **Editora Interciência**, Rio de Janeiro, p.1-224. 2004.

QASIN, S.Z.; BATTATHIRI, P.M.A.; ABIDI, S.A.H. Solar radiation and its penetration in tropical estuary. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam. V. 2, p. 87-103. 1968.

RAMIREZ, A.J.; ROSE, A.W. Analytical Geochemistry of organic phosphorus and its correlation with organic carbon in marine and fluvial sediments and soils. **American Journal of Science**, v.292, p.421-454, 1992.

RESURREIÇÃO, M.G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; MACÊDO, S.J. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil); variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (08°03'38" lat. S; 34°42'28" à 34°52'00" log. W). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. Recife, v.24, p.39-59, 1996.

RICARD, M. **Atlas du phytoplancton Marin**. Diatomophycées. Paris, Centro National Recherche Scientifique, 296 p., 1987.

RINES, J.E.B.; DONAGHAY, P.L.; DESKSHENIEKS, M.M. & SULLIVAN, J.M. 2002. Thin layers and camouflage: hidden *Pseudo-nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) populations in a fjord in the San Juan Islands, Washington, USA. **Mar. Ecol. Ser.** (225):123-137. 2002.

RODRIGUES, I.E. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica como alternativa da sustentabilidade biológica de áreas com potencialidade aquícola estabelecida pelo Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistema), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The Diatoms Biology e Morfology of the Genera**. Cambridge. University Press, 1990. 747p.

SANTANA, D.S. ; COSTA, R.A.A.M. ; PAIVA, R.S. ; PEREIRA, L.C.C . Amazon Estuaries: Floristic Composition of the Microphytoplankton of the Marapanim Estuary (Pará, North Brazil). *Acta Amazonica*, Manaus -AM, 2006.

SANTELICES, B. **Ecologia de algas marinas bentônicas – efeitos de fatores ambientais**. Documento de la direccion general de investigaciones. 1977. 487p.

SANTOS, M. L. S. ; MUNIZ, K. ; FEITOSA, F.A.N. Distribuição dos Nutrientes e Clorofila a na Plataforma Continental do Amazonas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Pará, v. 14, p. 59-77, 2002.

SANTOS, M.L.S. **Influência dos rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica**. Recife, 2000, 92 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). C.T.G., UFPE. 2000.

SANTOS-FERNANDES, T. L. **Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe, (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): ecologia, densidade, biomassa e produção**. Recife, 1997. 175f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco.

SANTOS-FERNANDES, T.L.; PASSAVANTE, J.Z.O.; KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J.; LINS, I.C. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco,

Brasil): Produção e hidrologia. **Revista de Ecologia Aquática Tropical**, Natal, v. 10, p. 43-69, Set. 2000.

SANTOS-FERNANDES, T.L.; PASSAVENTE, J.Z.O.; KOENING, M.L.; MACÊDO, S.J. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: v. 26, n. 2, p. 1-18, 1998.

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and quantitative remarks. **Bolm. Inst. Oceanogr.** São Paulo, vol. 39, n.2, p. 93-115, 1991.

SASSI, R.; WATANABE, T. Estudos ecológicos básicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Fitoplâncton e fatores hidrológicos. IN: SIMPÓSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2. **Resumos...** Pará, 1980. P. 305-313. 1980.

SEM-GUPTA, B.K.; MACHAINCASTILLO, M.L. Benthic foraminífera in oxygen poor habitats. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam, v. 20, p. 183-201, 1993.

SHANNON.C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **Boll. Syst. Tech. J.** v.27, p.379-423.

SHIMOTO, A.; HASHIMOTO, S. 1999. Relationship between chlorophyll *a* and nutrients in Suruga Bay, central Japan, May 1996. **Bull. Japan Soc. Fish Oceanogr.**, **63**, 1-7.

SILVA, I.G.; KOENING, M.L. Variação sazonal da densidade fitoplanctônica no estuário do rio Paripe. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Universidade Federal do Rio Grande, v. 36, n. 4, p. 645-658, 1993.

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. **Estrutura e dinâmica da flora planctônica no canal de Santa Cruz – Itamaracá – Pernambuco – Nordeste do Brasil**. Recife, 2001. 246f. Tese (Doutorado em Oceanografia) Universidade Federal de Pernambuco. 2001.

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

SMAYDA, T. J. The plankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (Ed.). **Estuaries and enclosed seas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. Cap. 4., p. 65-112.

SMAYDA, T.J. **Phytoplankton species succession**. IN: MORRIS, I> (Ed.). Berkeley: University of California Press, p. 493-570, 1980.

SMAYDA, T.J. Phytoplankton studies in lower Narragansett Bay. **Limnology and Oceanology**, Baltimore, v. 2, n. 4, p. 324-359, 1957.

SNOW, G.C.; ADAMS, J.B.; BATE, G.C. Effect of river flow on estuarine microalgal biomass and distribution. **Estuarine, Coastal and shelf Science**. v. 51, n. 2, p. 255-266, 2000.

SOURNIA, A. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Rhaphidophycées. In: **Atlas du phytoplankton marin**. Paris: Centre Nationale de la Recherche Scientifique, 1986. V.1, 209p.

SOURNIA, A. Le genre *Ceratium* (Peridinien planctonique) dans le canal Mozambique. Contribution a une révision mondiale. **Vie Milleu**, Paris: ser. A, n. 2/3, p. 375-499, 1967.

SOUZA E SILVA, E. O microfitoplâncton de superfície nos meses de setembro e outubro na estação Inhaca (Mozambique). Lisboa: **Memorias da Junta de Investigação Ultramar**. 2ª Série. N.18, 1960. 56 p.l

SOUZA, M. R. M. ; SILVA-CUNHA, M. G. G. ; FLORES-MONTES, M. J. ; NEUMAN-LEITÃO, S. ; PORTO NETO, F. F. ; MOURA, M. C. de O. ; CHAMIXAES LOPES, C. C. B. Hidrologia e fitoplâncton do sistema estuarino do rio São Francisco, nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: v. 27, n. 1, p. 15-31. 1999.

SPIES, A.; PARSONS, T.R. Estuarine microplankton: na experimental approach in combination with field studies. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 63-81. 1985.

STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K. Dinoflagellates. In: TOMAS, C. R. **Identifying Marine Phytoplankton**. San Diego: Academic Press. 1997. 384-589p.

STRICKLAND, J. D. H. Phytoplankton and marine primary production. **Ann. Rev. Microbiol.**, v. 19, p.127-163, 1965.

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

TAYLOR, F.J.R. Dinoflagellates morphology. IN: TAYLOR, F.J.R. (ed.) **The Biology of Dinoflagellates**. London: Blackwell Scientific Publications. Botanical Monographs. p. 24-91, 1987.

TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.

TEIXEIRA, C.; ARANHA, F.I.; BARBIERI, R.; MELO, O.T. Produção primária e clorofila *a* do fitoplâncton e parâmetros físico-químicos do Estreito dos Coqueiros – Maranhão – Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. Rio de Janeiro, v. 48, n. 1, p. 29-39. 1988.

TEIXEIRA, C.; GAETA, S.A. contribution of picoplankton to primary production in the estuarine, coastal and equatorial waters of Brazil. **Hydrobiologia**. V. 2009, p. 117-122. 1991.

TESTER, P.A.; GESSY, M.E.; GUO, C.; PEARL, H.W.; MILLIE, D.F. Evaluating phytoplankton dynamics in the Newport River estuary (North Carolina, USA) by HPLC – derived pigments profile. **Marine Ecology Progress Series**, v. 124, p. 237-245, 1995.

TETT, P. Marine production. In: LENIHAN, J.; FLETCHER, W. W. (Ed.) **The marine environment**. Glasgow: Blackie e son, 1977. p.1-45.

TORGAN, L. C.; BIANCAMANO, M. I. Catálogo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de 1973 a 1990. **Caderno Pesquisa. Série Botânica**. Santa Cruz do Sul. v. 3, n. 1, p. 1-201, 1991.

TRAVASSOS, P. Aspectos hidrológicos do estuário do Rio Capibaribe - Recife-PE. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 22, p. 9-38, 1994.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife – Pernambuco**. Recife, 1991. 288p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 1991.

TUNDISI, J. G. O. O plâncton estuarino. Contr. Avulsas Inst. Oceano. São Paulo, 1970. **Ser. Ocean. Biol.**, v. 19, p.1-22.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 861-7, 1976.

UNESCO. Determination of photosynthetic pigments in sea water. Report of SCOR/UNESCO, working group 17 with meat from 4 to 6 June 1964, Paris. 1966, 69p. (**Monographys on Oceanography Methodology**, 1).

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

VALENTIN, J.L.; MACEDO-SAIDAH, F.E.; TENENBAUM, D.R.; SEIVA, N.L.A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica**. Pontual do Sul: v.6, n. ½, p. 7-26. 1991.

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

VAN-DOLAH, F.M. Marine algal toxins: origins, health effect, and their increased occurrence. **Environmental Health Perspectives**, Charleston, v. 108, sup.I, p. 133-141, 2000.

VANLANDINGHAM, S. L. **Catalogue of the fossil and the recet genera and Species of diatoms and their synonyms**. Lehre: J. Cramer, 1967-1979, v. 8.

VARELA, M.; PREGO, R. Hydrography and phytoplankton in na isolated and non-pristine ria área: the A Coruña Harbour (NW Spain). **Acta Oecologica**, v. 24, p. 113-124, 2003.

VINATEA ARANA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1997. 166p.

WHEELER, P.A.; KOKKIMAKIS, S.A. Ammonium recycling limits nitrate use in the oceanic subarctic Pacific. **Limnol. Oceanogr.** Lawrence, v. 35, n. 6, p. 1267-1278, Sept. 1990.

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

YAMAMOTO, T.; OKAI, M. Effects of diffusion and upwelling on the formation of red tides. **J. Plankton Res.**, v. 22, p. 363-380. 2000.

YIN, K.; HARRISON, P.J.; GOLDBLATT, R.H.; BEAMISH, R.J. 1996. Spring bloom in the central Strait of Georgia: Interactions of river discharge, winds and grazing. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 138: 255-263. 1996.

YIN, K.; HARRISON, P.J.; ST JOHN, M.A.; BEAMISH, R.J. 1997. Effects of a fluctuation in Fraser River discharge on primary production in the central Strait of Georgia, British Columbia, Canada. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 54:1015-1024.

YIN, K.; QIAN, P.; CHEN, J.C.; HSIEH, D.P.H.; HARRISON, P.J. 2000. Dynamics of nutrients and phytoplankton biomass in the Pearl River estuary and adjacent waters of Hong Kong during summer: preliminary evidence of phosphorus and silicon limitation. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 194: 295-305. 2000.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice-Hall. 662p.

APÊNDICES

Apêndice A – Variação e média histórica da precipitação pluviométrica (mm) registrada para o município de Sirinhaém, Pernambuco, durante os períodos de estiagem (out., nov. e dez./07) e chuvoso (maio, jun. e jul/08). Fonte ITEP – LAMEPE <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>>.

Mês	Total de Chuvas (mm)	Média Histórica (mm)
Out./07	0	60
Nov./07	18,3	49
Dez./07	33,5	69
Maio/08	187	307
Jun./08	401,3	362
Jul./08	228	331

Apêndice B – Variação da altura das marés nos dias de coleta, tomando por referência o Porto de Suape. Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH) da Marinha do Brasil.

Mês	Baixa-mar		Preamar	
	Horário	(m)	Horário	(m)
Out./07	08:53	0.0	15:02	2.4
Nov./07	07:45	0.2	13:58	2.3
Dez./07	14:38	0.5	14:38	2.1
Maio/08	09:32	0.1	13:45	2.4
Jun./08	10:19	0.2	16:30	2.3
Jul./08	10:02	0.2	16:15	2.2

Apêndice C – Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de outubro/07.

ESTAÇÃO	Maré	Profund. Local (m)	Profund. Coletada	Disco de Secchi (m)	TEMP. (°C)	Salinid. Química	O.D. (mL.L ⁻¹)	Taxa Satur. OD (%)	D.B.O. (mg.L ⁻¹)	pH	Amônia (µM)	Nitrito (µM)	Nitrato (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Material Suspensão (mg.L ⁻¹)	Biomassa Total (mg.m ⁻³)	Biomassa Fracionada (mg.m ⁻³)
1	BM	2,6	S	0,90	27,50	21,78	3,77	77,41	2,06	8,23	0,00	0,00	2,27	0,66	83,39	20,80	3,09	3,09
1	BM		F		28,00	22,57	3,86	80,08	0,74	8,15	0,00	0,00	2,43	0,67	81,85			
2	BM	5,2	S	1,10	27,50	28,42	4,75	101,28	1,50	8,44	0,00	0,00	0,69	0,69	50,15	12,67	2,03	1,93
2	BM		M		27,50	30,01	4,48	96,14	0,68	8,45	0,00	0,00	0,34	0,67	47,85			
2	BM		F		27,50	36,65	5,03	111,77	0,33	8,67	0,00	0,00	0,22	0,70	10,78			
3	BM	3,2	S	2,70	28,00	37,18	5,68	127,64	1,02	8,72	0,00	0,00	1,77	0,75	4,28	5,40	1,1	0,97
3	BM		F		27,90	36,91	5,30	119,10	0,00	8,72	0,00	0,00	1,49	0,67	4,73			
1	PM	3,9	S	0,90	28,50	35,31	5,28	118,65	0,56	8,46	0,00	0,01	0,74	0,68	12,88	12,50	2,53	2,15
1	PM		F		27,00	35,85	5,12	112,53	0,41	8,47	0,00	0,00	1,86	0,69	9,45			
2	PM	8,2	S	1,90	28,00	36,38	5,55	124,44	0,54	8,47	0,00	0,00	0,14	0,65	5,19	5,70	1,17	1,03
2	PM		M		28,00	36,38	5,26	117,94	0,09	8,49	0,00	0,00	0,18	0,67	5,25			
2	PM		F		26,00	35,59	4,93	106,48	0,48	8,46	0,00	0,00	0,48	0,70	8,25			
3	PM	4,5	S	1,40	28,00	36,65	4,79	107,17	0,00	8,47	0,00	0,00	0,70	0,69	3,75	12,60	1,26	1,23
3	PM		F		28,00	35,59	5,07	113,17	0,00	8,45	0,00	0,00	0,74	0,72	4,63			
Min.		2,60		0,90	26,00	21,78	3,77	77,41	0,00	8,15	0,00	0,00	0,14	0,65	3,75	5,40	1,10	0,97
Máx.		8,20		2,70	28,50	37,18	5,68	127,64	2,06	8,72	0,00	0,01	2,43	0,75	83,39	20,80	3,09	3,09
Média		4,60		1,48	27,67	33,23	4,92	108,13	0,60	8,48	0,00	0,00	1,00	0,69	23,75	11,61	1,86	1,73

Apêndice D - Variação dos parâmetros hidroclógicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de novembro/07.

ESTAÇÃO	Maré	Profund. Local (m)	Profund. Coletada	Disco de Secchi (m)	TEMP. (°C)	Salinid. Química	O.D. (mL ⁻¹)	Taxa Satur. OD (%)	D.B.O. (mg.L ⁻¹)	pH	Amônia (µM)	Nitrito (µM)	Nitrato (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Material Suspensão (mg.L ⁻¹)	Biomassa Total (mg.m ⁻³)	Biomassa Fracionada (mg.m ⁻³)
1	BM	2,8	S	0,70	29,00	7,97	2,34	45,53	0,13	7,82	0,24	0,01	0,26	0,46	37,92	33,60	2,49	2,11
1	BM		F		29,00	12,75	2,42	48,40	0,30	7,88	0,27	0,11	1,23	0,54	30,09			
2	BM	5,8	S	1,30	29,00	21,25	4,05	84,73	0,02	8,23	-	0,04	0,07	0,47	29,78	15,20	1,63	1,34
2	BM		M		29,00	34,52	5,04	113,51	0,08	8,47	-	0,01	1,54	0,45	7,26			
2	BM		F		29,00	35,31	5,01	113,60	0,00	8,31	0,01	0,00	1,08	0,41	4,16			
3	BM	4,2	S	2,30	29,00	32,13	4,94	109,78	0,00	8,34	0,00	0,01	1,20	0,43	13,16	8,20	1,88	0,77
3	BM		F		28,50	34,26	5,25	117,45	0,19	8,32	0,06	0,00	1,22	0,44	7,04			
1	PM	4,5	S	1,80	29,00	32,13	5,21	115,78	0,22	8,38	0,05	0,01	1,26	0,41	8,73	7,47	1,81	1,81
1	PM		F		29,00	33,99	5,26	118,20	0,00	8,44	0,07	0,00	1,12	0,41	7,20			
2	PM	8,2	S	2,70	29,00	34,79	5,19	117,42	0,00	8,43	0,06	0,00	1,01	0,43	5,82	4,80	0,93	0,54
2	PM		M		28,50	33,73	5,45	121,11	0,12	8,35	0,04	0,00	1,04	0,42	6,12			
2	PM		F		28,00	34,52	5,60	124,17	1,16	8,43	0,07	0,01	1,28	0,46	3,34			
3	PM	5,2	S	2,40	29,00	34,52	5,57	125,45	0,42	8,32	0,09	0,00	1,31	0,42	7,85	5,60	1,44	1,44
3	PM		M		29,00	34,26	5,38	121,17	0,42	8,48	0,05	0,00	0,73	0,55	6,84			
3	PM		F		29,00	35,31	5,28	119,73	0,08	8,59	0,03	0,00	1,25	0,44	4,72			
Min.		2,80		0,70	28,00	7,97	2,34	45,53	0,00	7,82	0,00	0,00	0,07	0,41	3,34	4,80	0,93	0,54
Máx.		8,20		2,70	29,00	35,31	5,60	125,45	1,16	8,59	0,27	0,11	1,54	0,55	37,92	33,60	2,49	2,11
Média		5,12		1,87	28,87	30,10	4,80	106,40	0,21	8,32	0,08	0,01	1,04	0,45	12,00	12,48	1,70	1,34

Apêndice E - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de dezembro/07.

ESTAÇÃO	Maré	Profund. Local (m)	Profund. Coletada	Disco de Secchi (m)	TEMP. (°C)	Salinid. Química	O.D. (mL.L ⁻¹)	Taxa Satur. OD (%)	D.B.O ₅ (mg.L ⁻¹)	pH	Amônia (µM)	Nitrito (µM)	Nitrato (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Material Suspensão (mg.L ⁻¹)	Biomassa Total (mg.m ⁻³)	Biomassa Fracionada (mg.m ⁻³)
1	BM	3	S	1,60	29,50	18,32	2,54	52,81	0,00	8,01	0,00	0,00	0,92	0,68	64,27	8,80	2,5	1,42
1	BM		F		29,00	18,32	2,33	48,04	0,97	8,00	0,00	0,00	0,79	0,58	63,70			
2	BM	5,5	S	3,00	29,00	27,35	4,14	89,80	0,81	8,56	0,00	0,01	1,35	0,50	42,68	7,60	1,2	0,63
2	BM		M		29,00	33,99	4,42	99,33	0,00	8,57	0,00	0,00	1,57	0,47	7,75			
2	BM		F		29,00	34,52	4,54	102,25	0,00	8,52	0,00	0,00	1,07	0,50	7,57			
3	BM	4,2	S	4,20	29,00	34,79	5,25	118,78	0,00	8,63	0,00	0,00	1,29	0,49	2,76	0,60	0,5	0,13
3	BM		F		29,00	35,05	5,09	115,16	0,00	8,60	0,00	0,00	1,09	0,48	4,23			
1	PM	4	S	2,50	29,50	34,52	4,42	100,23	0,00	8,59	0,01	0,00	1,59	0,49	10,14	5,10	1,41	0,92
1	PM		F		29,00	34,26	5,22	117,57	0,67	8,61	0,03	0,00	1,30	0,47	8,36			
2	PM	6,2	S	3,30	29,00	34,52	4,42	99,55	0,00	8,54	0,00	0,00	1,29	0,47	5,36	1,80	0,5	0,57
2	PM		M		29,00	35,59	4,44	100,68	0,00	8,42	0,00	0,00	1,24	0,43	4,50			
2	PM		F		29,00	34,79	4,42	100,00	0,00	8,55	0,02	0,00	1,51	0,48	4,36			
3	PM	8	S	6,00	29,00	35,32	5,11	115,87	0,00	8,46	0,01	0,00	1,44	0,46	2,05	2,10	0,73	0,22
3	PM		F		29,00	35,32	5,02	113,83	0,00	8,52	0,03	0,00	1,54	0,49	2,26			
Min.		3,00		1,60	29,00	18,32	2,33	48,04	0,00	8,00	0,00	0,00	0,79	0,43	2,05	0,60	0,50	0,13
Máx.		8,00		6,00	29,50	35,59	5,25	118,78	0,97	8,63	0,03	0,01	1,59	0,68	64,27	8,80	2,50	1,42
Média		5,15		3,43	29,07	31,91	4,38	98,14	0,18	8,47	0,01	0,00	1,28	0,50	16,43	4,33	1,14	0,65

Apêndice F - Variação dos parâmetros hidrológicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de maio/07.

ESTAÇÃO	Maré	Profund. Local (m)	Profund. Coletada	Disco de Secchi (m)	TEMP. (°C)	Salinid. Química	O.D. (mL.L ⁻¹)	Taxa Satur. OD (%)	D.B.O ₅ (mg.L ⁻¹)	pH	Amônia (µM)	Nitrito (µM)	Nitrato (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Material Suspensão (mg.L ⁻¹)	Biomassa Total (mg.m ⁻³)	Biomassa Fracionada (mg.m ⁻³)
1	BM	3,5	S	0,50	29,00	14,63	3,68	74,34	0,53	7,78	0,30	0,17	7,50	0,20	4,22	50,40	3,62	1,41
1	BM		F		29,00	14,36	3,34	67,47	0,34	7,79	0,28	0,16	6,70	0,30	4,35			
2	BM	5,5	S	1,00	30,00	29,54	3,86	85,97	0,44	8,14	0,13	0,10	3,80	0,09	3,93	30,70	2,27	1,1
2	BM		M		30,00	34,69	4,46	102,06	0,41	8,39	0,02	0,02	2,42	0,06	3,34			
2	BM		F		30,00	35,23	4,52	103,98	0,31	8,38	0,03	0,00	2,20	0,00	3,33			
3	BM	4	S	1,50	30,00	32,52	4,14	93,88	0,00	8,32	0,00	0,01	1,00	0,00	3,53	8,90	1,49	1,42
3	BM		F		30,00	34,41	4,52	103,43	0,59	8,37	0,00	0,15	2,38	0,06	3,37			
1	PM	4,6	S	2,00	30,00	33,87	4,83	110,27	0,24	8,38	0,00	0,00	2,34	0,00	3,42	6,70	2,45	1,1
1	PM		F		30,00	33,87	5,52	126,03	1,94	8,38	0,00	0,00	2,20	0,00	3,68			
2	PM	8,5	S	2,75	30,50	33,87	4,93	113,46	0,00	8,39	0,00	0,07	0,10	0,02	3,42	11,10	2,73	1,38
2	PM		M		30,50	35,23	4,90	113,16	0,92	8,39	0,00	0,00	1,96	0,00	3,30			
2	PM		F		30,50	35,77	4,74	110,23	0,60	8,39	0,00	0,00	2,03	0,00	3,29			
3	PM	5,7	S	3,00	30,50	34,41	4,90	113,16	0,73	8,36	0,00	0,03	0,10	0,00	3,43	6,10	2,17	1,54
3	PM		F		30,50	34,96	4,52	104,63	0,48	8,37	0,00	0,02	2,47	0,00	3,28			
Min.		3,50		0,50	29,00	14,36	3,34	67,47	0,00	7,78	0,00	0,00	0,10	0,00	3,28	6,10	1,49	1,10
Máx.		8,50		3,00	30,50	35,77	5,52	126,03	1,94	8,39	0,30	0,17	7,50	0,30	4,35	50,40	3,62	1,54
Média		5,30		1,79	30,04	31,24	4,49	101,58	0,54	8,27	0,05	0,05	2,66	0,05	3,56	18,98	2,46	1,33

Apêndice G - Variação dos parâmetros hidroclógicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de junho/07.

ESTAÇÃO	Maré	Profund. Local (m)	Profund. Coletada	Disco de Secchi (m)	TEMP. (°C)	Salinid. Química	O.D. (mL.L ⁻¹)	Taxa Satur. OD (%)	D.B.O ₅ (mg.L ⁻¹)	pH	Amônia (µM)	Nitrito (µM)	Nitrato (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Material Suspensão (mg.L ⁻¹)	Biomassa Total (mg.m ⁻³)	Biomassa Fracionada (mg.m ⁻³)
1	BM	2,7	S	0,45	27,00	7,16	4,56	85,23	0,98	7,68	0,32	0,33	7,21	0,23	39,15	39,10	2,79	2,6
1	BM		F		27,00	7,42	4,18	78,42	0,69	7,60	0,38	0,26	7,26	0,30	35,90			
2	BM	5,3	S	0,60	28,00	21,48	4,84	99,79	0,82	8,22	0,14	0,23	4,25	0,28	40,52	28,70	2,73	2,73
2	BM		M		28,00	32,09	5,10	111,60	0,94	8,29	0,15	0,03	2,22	0,27	15,14			
2	BM		F		28,00	33,68	4,98	109,93	1,11	8,21	0,09	0,08	1,97	0,23	10,42			
3	BM	3,3	S	1,20	28,00	23,07	5,01	104,16	0,71	8,13	0,11	0,18	4,32	0,26	35,76	16,30	3,89	3,89
3	BM		F		28,00	33,94	4,92	108,85	0,48	8,33	0,14	0,08	1,33	0,16	10,19			
1	PM	4,3	S	1,40	29,00	33,15	5,23	117,00	0,83	8,30	0,14	0,21	2,89	0,40	9,95	82,30	7,32	6,8
1	PM		F		29,00	33,68	5,34	119,73	0,98	8,06	0,02	0,03	1,90	0,20	9,48			
2	PM	7,8	S	2,00	28,50	34,74	5,37	120,13	0,79	8,15	0,02	0,01	1,08	0,12	7,31	12,80	5,17	3,54
2	PM		M		28,50	33,68	4,98	110,66	0,63	8,10	0,05	0,00	2,07	0,18	8,30			
2	PM		F		29,50	34,21	4,82	109,05	0,63	8,11	0,04	0,03	1,99	0,15	8,30			
3	PM	5	S	1,70	28,50	34,74	5,18	115,88	0,87	8,07	0,05	0,05	1,52	0,13	9,39	13,80	6,4	3,54
3	PM		F		28,50	34,21	5,09	113,36	0,52	8,13	0,03	0,00	1,52	0,06	7,64			
Min.		2,70		0,45	27,00	7,16	4,18	78,42	0,48	7,60	0,02	0,00	1,08	0,06	7,31	12,80	2,73	2,60
Máx.		7,80		2,00	29,50	34,74	5,37	120,13	1,11	8,33	0,38	0,33	7,26	0,40	40,52	82,30	7,32	6,80
Média		4,73		1,23	28,25	28,38	4,97	107,41	0,78	8,10	0,12	0,11	2,97	0,21	17,67	32,17	4,72	3,85

Apêndice H - Variação dos parâmetros hidroclógicos e biológicos entre as estações de coleta na região costeira adjacente a desembocadura do rio Sirinhaém, Pernambuco, durante a baixa-mar (BM) e preamar (PM) do mês de julho/07.

ESTAÇÃO	Maré	Profund. Local (m)	Profund. Coletada (m)	Disco de Secchi (m)	TEMP. (°C)	Salinid. Química	O.D. (mL.L ⁻¹)	Taxa Satur. OD (%)	D.B.O ₅ (mg.L ⁻¹)	pH	Amônia (µM)	Nitrito (µM)	Nitrato (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)	Material Suspensão (mg.L ⁻¹)	Biomassa Total (mg.m ⁻³)	Biomassa Fracionada (mg.m ⁻³)
1	BM	2,8	S	0,20	25,00	2,44	4,74	83,30	0,07	7,56	0,15	0,10	4,63	0,26	37,41	102,60	7,92	4,73
1	BM		F		25,00	3,71	4,30	75,97	0,00	7,56	0,03	0,13	4,96	0,27	10,61			
2	BM	6,5	S	0,40	26,00	16,97	4,38	85,21	0,09	8,01	0,06	0,18	3,39	0,33	9,72	50,20	7,71	7,71
2	BM		M		26,00	31,55	5,18	109,28	0,00	8,00	0,06	0,77	1,86	0,23	8,73			
2	BM		F		26,00	32,35	4,92	104,58	0,00	8,12	0,03	0,23	1,96	0,33	10,85			
3	BM	6	S	0,60	26,50	32,35	5,27	112,73	0,00	8,13	0,07	0,15	1,84	0,47	17,31	18,90	7,72	3,92
3	BM		F		27,00	32,62	4,99	107,77	0,00	8,10	0,02	0,05	2,01	0,32	13,30			
1	PM	4	S	0,70	26,50	30,23	5,36	113,08	0,00	8,13	0,01	0,13	2,27	0,34	14,48	20,50	6,01	4,57
1	PM		F		27,00	31,02	5,49	117,56	0,32	8,05	0,07	0,08	2,08	0,29	10,00			
2	PM	8,5	S	1,50	27,00	31,02	5,19	111,13	0,00	8,20	0,01	0,15	1,88	0,29	13,73	13,80	4,45	3,78
2	PM		M		27,00	32,35	5,10	109,91	0,00	8,16	0,17	0,13	2,00	0,27	11,09			
2	PM		F		27,00	32,35	4,79	103,45	0,00	8,21	0,01	0,13	1,95	0,29	13,11			
3	PM	6,6	S	1,80	27,00	31,29	5,21	111,80	0,00	-	-	-	-	-	-	9,40	4,88	3,94
3	PM		F		27,00	32,09	5,11	109,89	0,00	8,21	0,01	0,00	1,73	0,27	11,08			
Min.		2,80		0,20	25,00	2,44	4,30	75,97	0,00	7,56	0,01	0,00	1,73	0,23	8,73	9,40	4,45	3,78
Máx.		8,50		1,80	27,00	32,62	5,49	117,56	0,32	8,21	0,17	0,77	4,96	0,47	37,41	102,60	7,92	7,71
Média		5,73		0,87	26,43	26,60	5,00	103,98	0,03	8,03	0,05	0,17	2,50	0,30	13,95	35,90	6,45	4,78