

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

**FITOPLÂNCTON DO ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO
(RIO FORMOSO, PERNAMBUCO, BRASIL):
BIOMASSA, TAXONOMIA E ECOLOGIA.**

MARCOS HONORATO DA SILVA



RECIFE

2003

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

**FITOPLÂNCTON DO ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO
(RIO FORMOSO, PERNAMBUCO, BRASIL):
BIOMASSA, TAXONOMIA E ECOLOGIA.**

MARCOS HONORATO DA SILVA

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

ORIENTADOR:

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante.

CO-ORIENTADORES:

Profª Drª Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha

Profª Drª Dilma Aguiar do Nascimento Vieira

RECIFE

2003

Honorato da Silva, Marcos

Fitoplâncton do estuário do rio Formoso(Rio Formoso, Pernambuco, Brasil) : biomassa, taxonomia e ecologia / Marcos Honorato da Silva. – Recife : O Autor, 2003.

131 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanografia, 2003.

Inclui bibliografia e apêndices.

1. Fitoplâncton – Estuário – Rio Formoso (PE) - Taxonomia. 2. Biomassa – Fitoplâncton – Estuário – Rio Formoso (PE). 3. Ecologia – Fitoplâncton estuarino. I. Título.

**593.14
579.81776**

**CDU (2.ed.)
CDD (21.ed.)**

**UFPE
BC2003-270**

MARCOS HONORATO DA SILVA

**FITOPLÂNCION DO ESTUÁRIO DO RIO FORMOSO (RIO FORMOSO, PERNAMBUCO,
BRASIL): BIOMASSA, TAXONOMIA E ECOLOGIA.**

DISSERTAÇÃO DEFENDIDA EM: 22 de agosto de 2003.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante

Orientador

Departamento de Oceanografia da UFPE

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa

Departamento de Oceanografia da UFPE

Prof. Dr. Naithirithi Tiruvenkatachary Chellappa

Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFRN

Recife

2003

Dedico esta Dissertação

Aos meus pais:

Manoel Honorato da Silva Filho

E

Maria das Neves Silva (in memoriam)

Por todas as conquistas e ensinamentos de vida.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível se não houvesse a participação e colaboração de profissionais da Oceanografia e de amigos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a execução do mesmo. A todas estas pessoas agradeço de coração pelo apoio, paciência e colaboração. Em especial agradeço:

- Ao Grande Arquiteto do Universo por ter me concedido saúde, paz e força para vencer mais uma etapa de vida;
- ao Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante, pela orientação, pelas valiosas informações científicas, apoio nos momentos difíceis e amizade;
- a Prof^ª Dr^ª Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha, pela valiosa co-orientação, identificação das espécies fitoplancônicas, pelo incentivo, sugestões e amizade;
- a Prof^ª Dr^ª Dilma Aguiar do Nascimento Vieira, pelo incentivo na realização deste trabalho, pela co-orientação e principalmente pela amizade;
- ao Prof. Dr. Fernando Feitosa, pelos valiosos ensinamentos, ajuda, incentivo nos momentos difíceis, sugestões e pela amizade construída ao longo deste período;
- a Prof^ª Dr^ª Sigrid Neumann Leitão, pela ajuda nas análises estatísticas, valiosas sugestões e ensinamentos;
- a Prof.^a Dr^a Kátia Muniz, pela realização das análises dos nutrientes e sugestões;
- ao Prof. Dr. Sílvio José de Macêdo, pelos ensinamentos recebidos, apoio, sugestões e amizade;
- a Prof^ª Dr^ª Luise Koenig, pelos ensinamentos e palavras de incentivo;
- a todos os professores que de forma direta ou indireta contribuíram para o meu crescimento científico;
- a Christiana Kelly Grego, pela ajuda nas coletas, na interpretação dos resultados, ajuda na construção da discussão e, sobretudo pelo apoio nos momentos de angústias, de expectativas e de ansiedades;
- a Bruno Machado Leão, Aldineide de Alcântara Velho Barretto e Marilene Felipe Santiago, pela ajuda nas coletas;
- aos amigos da seção de fitoplâncton: Bruno, Felipe, Marilene, Aldineide, Elisângela, Rafaella, Christiana Grego e Sírleis, que de uma forma direta ou indireta contribuíram para este trabalho e pelos momentos de diversão;

- a Manoel Flores Montes, Tâmara de Almeida Silva e Sirleis Rodrigues Lacerda, que por muitas vezes esclareceram dúvidas, pelas sugestões e amizade;
- a Helena Sandra, Katherine Honorato e Guilherme Honorato, pela paciência que tiveram durante o período do curso;
- a todos os técnicos do Departamento e em especial ao Sr. Hermes Ferreira de Paula, pelo apoio nas coletas;
- a Iara Correia Silva, Jesi de Oliveira Pontes e Joaquim Alves de Sousa Filho, pelo apoio na realização das análises químicas;
- ao Sr. Zacarias Passavante e Myrna Medeiros, que sempre se mostraram atenciosos e pelo apoio administrativo;
- a Dona Edileuza, que nos momentos difíceis sempre me dirigiu palavras de carinho e de esperança;
- aos colegas de turma que durante parte do curso estiveram lado a lado embarcados com o mesmo propósito;
- ao Professor Antônio Neto das Neves, pela correção gramatical do texto;
- a Marise Viana Pereira da Luz, pela colaboração na revisão do texto;
- ao Sr. José Fernandes da Silva e Dona Geraldina Cavalcanti Fernandes, proprietários do restaurante Píer da pedra, pela gentileza e por ter permitido a utilização daquele espaço para a realização das etapas de campo;
- ao Sr. Fausto Heleno Alves Rodrigues e Dona Maria de Lourdes Alves Rodrigues, gerentes do Píer da pedra, pela simplicidade com que nos recebiam nos dias de coletas, pelo apoio e saborosas refeições que nos servia;
- ao Sr. Manoel (Neco), pela simplicidade, paciência, informações sobre a área de estudo e, sobretudo pelo espírito ecológico;
- Aos meus familiares (pai, irmãos, irmãs, cunhados e cunhadas), que sempre transmitiram palavras de carinho, incentivo e força;
- e, finalmente, a todos aqueles que de uma forma direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	5
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS	13
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE APÊNDICES	14
RESUMO	15
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	19
2. DESCRIÇÃO DE ÁREA	23
2.1. DESCRIÇÃO GERAL	23
2.2. RIO FORMOSO	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETAS	29
3.2. PARÂMETROS ABIÓTICOS	31
3.2.1. Climatologia	31
3.2.2. Hidrologia	31
3.2.2.1. Altura das Marés (m)	31
3.2.2.2. Profundidade local (m)	31
3.2.2.3. Temperatura da água (°C)	31
3.2.2.4. Transparência da água (m) e coeficiente de extinção da luz (K)	31
3.2.2.5. Salinidade	32
3.2.2.6. Oxigênio Dissolvido (ml.l ⁻¹) e Taxa de Saturação (%)	32
3.2.2.7. Potencial Hidrogeniônico (pH)	32
3.2.2.8. Sais Nutrientes	32
3.3. PARÂMETROS BIÓTICOS	32
3.3.1. Biomassa Fitoplanctônica	32
3.3.2. Composição Florística do Plâncton	34
3.3.2.1. Etapa de Campo	34
3.3.2.2. Etapa de Laboratório	34

	Página
3.3.3. Tratamento Numérico dos Dados	35
3.3.3.1. Abundância Relativa dos Táxons	35
3.3.3.2. Freqüência de Ocorrência dos Táxons	35
3.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	36
3.4.1. Índice de Diversidade Específica (bits.cel^{-1}) e Equitabilidade	36
3.4.2. Análise Multivariada	37
3.4.2.1. Associação das Amostras/Parâmetros Ambientais	37
3.4.2.2. Análise dos Componentes Principais	37
3.5. NORMATIZAÇÃO DO TEXTO	38
4. RESULTADOS	39
4.1. CLIMATOLOGIA	39
4.1.1. Precipitação Pluviométrica (mm)	39
4.2. HIDROLOGIA	40
4.2.1. Altura das Marés (m)	40
4.2.2. Profundidade Local(m)	42
4.2.3. Temperatura da Água ($^{\circ}\text{C}$)	43
4.2.4. Transparência da Água (m) e Coeficiente de Extinção da Luz (K)	46
4.2.5. Salinidade	48
4.2.6. Oxigênio Dissolvido (ml.l^{-1})	49
4.2.7. Taxa de saturação de Oxigênio (%)	51
4.2.8. Potencial Hidrogeniônico (pH)	52
4.2.9. Sais Nutrientes	53
4.2.9.1. Nitrito ($\text{NO}_2^- - \text{N}$)	53
4.2.9.2. Nitrato ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)	54
4.2.9.3. Fosfato ($\text{PO}_4^- - \text{P}$)	56
4.2.9.4. Silicato ($\text{SiO}_2^- - \text{Si}$)	57
4.3. PARÂMETROS BIÓTICOS	58
4.3.1. Biomassa Fitoplanctônica (Clorofila <i>a</i>)	58
4.3.2. Composição fitoplanctônica	60
4.3.3. Estrutura e Variação da Flora	65
4.3.4. Abundância Relativa dos Táxons	67
4.3.5. Freqüência de Ocorrência dos Táxons	75

	Página
4.3.6. Diversidade Específica (bits.cel⁻¹) e Equitabilidade	79
4.3.7. Características Ecológicas da Flora	81
4.4. ANÁLISE MULTIVARIADA	84
4.4.1 Associação das Amostras	84
4.4.2. Análise dos Componentes Principais	84
5. DISCUSSÃO	88
6. CONCLUSÃO	105
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	106
APÊNDICE	125

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01. Mapa da bacia hidrográfica do rio Formoso	28
Figura 02. Mapa da área estudada com a localização das estações de coleta.	30
Figura 03. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na Estação Meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco, no ano de 2002.	39
Figura 04. Dados dos doze últimos anos da pluviometria total anual da Estação Meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco.	40
Figura 05. Variação sazonal das alturas de marés (m) no momento das coletas no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02)	41
Figura 06. Variação sazonal da profundidade (m) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	43
Figura 07. Variação sazonal da temperatura da água (°C) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02)	45
Figura 08. Variação sazonal da transparência da água (disco de Secchi) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	47
Figura 09. Variação sazonal da salinidade da água no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	49
Figura 10. Variação sazonal do teor de oxigênio dissolvido (ml.l ⁻¹) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	50
Figura 11. Variação sazonal da taxa de saturação do oxigênio (%) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	52

Figura 12.	Variação sazonal do pH no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	53
Figura 13.	Variação sazonal do nitrito-N ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	54
Figura 14.	Variação sazonal do nitrato-N ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	55
Figura 15.	Variação sazonal do fosfato-P ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	57
Figura 16.	Variação sazonal do silicato-Si ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	58
Figura 17.	Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica - Clorofila <i>a</i> (mg.m^{-3}) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	59
Figura 18.	Distribuição percentual do número de táxons identificados no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco.	60
Figura 19.	Distribuição da riqueza taxonômica do microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	66
Figura 20.	Distribuição percentual do número de táxons no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, nas diversas categorias de frequência de ocorrência.	75
Figura 21.	Frequência de ocorrência dos táxons muito frequente no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	77

	Página
Figura 22. Frequência de ocorrência dos táxons freqüente no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	77
Figura 23. Frequência de ocorrência dos táxons pouco freqüente no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	78
Figura 24. Frequência de ocorrência dos táxons esporádica no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	79
Figura 25. Variação da diversidade específica do microfitoplâncton durante a baixa-mar e preamar no estuário do rio Formoso, Pernambuco, no período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	80
Figura 26. Variação da equitabilidade do microfitoplâncton durante a baixa-mar e preamar no estuário do rio Formoso, Pernambuco, no período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	81
Figura 27. Distribuição percentual dos táxons baseada na classificação ecológica no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	82
Figura 28. Dendrograma da associação das amostras no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	85
Figura 29. Contribuição dos táxons fitoplanctônicos e parâmetros ambientais aos três primeiros componentes principais, no estuário do rio Formoso, Pernambuco.	87

LISTA DE QUADROS

	Páginas
Quadro 1. Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, PE)	61

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1 Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Formoso-Pernambuco, ocorrentes na Estação 1.	69
Tabela 2 Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Formoso-Pernambuco, ocorrentes na Estação 2.	71
Tabela 3 Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Formoso-Pernambuco, ocorrentes na Estação 3.	73
Tabela 4 Ecologia dos táxons encontrados no estuário do rio Formoso, Pernambuco.	83
Tabela 5. Contribuição dos táxons fitoplanctônicos e dos parâmetros ambientais aos três primeiros componentes principais no estuário do rio Formoso, Pernambuco.	86

LISTA DE APÊNDICES

	Página
Apêndice A Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na Estação Meteorológica de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco) durante os anos de 1991 a 2002.	126
Apêndice B Variação sazonal da altura das marés (m) no estuário do rio Formoso - Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).	127
Apêndice C Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 1, no estuário do rio Formoso - Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02).	128
Apêndice D Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 2, no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02).	129
Apêndice E Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na estação 3, no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02).	130
Apêndice F Variação sazonal da biomassa (mg.m^{-3}) das estações de coletas no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02).	131

RESUMO

O estuário do rio Formoso está inserido na Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, no município de Rio Formoso, Pernambuco, localizado a cerca de 92km da cidade do Recife (8° 37' - 8° 41' S e 35° 04' - 35° 08' W). É um importante ecossistema costeiro do litoral sul do Estado de Pernambuco, principalmente, por possuir uma grande biodiversidade com enorme potencial biológico, exercendo um papel de grande importância socioeconômica para a população local. Com o intuito de conhecer a biomassa, a ecologia e a composição da flora planctônica, as variações sazonal e espacial, a influência da pluviometria e dos parâmetros hidrológicos, desenvolveu-se esta pesquisa pioneira na área. As coletas foram realizadas em 2002 em três estações fixas durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02). Os dados de pluviometria se originaram da Estação Meteorológica de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco). Foram registrados *in situ* dados sobre a profundidade local, a temperatura, a transparência da água e, concomitantemente, coletadas amostras d'água com auxílio da garrafa tipo Nansen para a análise dos parâmetros hidrológicos e biológicos. As amostras do microfitoplâncton foram obtidas através de arrastos horizontais superficiais, com rede de comprimento de 1m e 65µm de abertura de malha, durante 3 minutos. Mediu-se a biomassa fitoplanctônica através das concentrações de clorofila *a*. Foram identificados 204 táxons infragenéricos sobressaindo às diatomáceas com 75% do total da comunidade. Destacaram-se tanto em abundância relativa como em frequência de ocorrência: *Odontella mobiliensis*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros* sp, *Coscinodiscus centralis*, *Bacillaria paxillifera*, *Lithodesmium undulatum*, *Paralia sulcata*, *Nitzschia sigma*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Gyrosigma balticum*, *Surirella febigerii* e *Entomoneis alata*. Destacaram-se ainda *Trachelomonas* sp e *Phacus acuminatus* com percentuais elevados de abundância relativa no período de estiagem nas baixas-mares. Os dinoflagelados constituíram o segundo grupo da flora, seguido das cianofíceas, clorofíceas, euglenofíceas e dos silicoflagelados. Os índices de diversidade caracterizaram o ambiente como de média a baixa diversidade específica. A profundidade nas estações de coleta variou de 1,8 a 9,7m; a temperatura (24,5 a 29,5°C), variou sazonalmente com maiores valores no período de estiagem, não foi observada estratificação térmica na coluna d'água; transparência da água de 0,25 a 3,67m, com menores valores no período chuvoso; salinidade (1,33 a 36,30), variou desde ambiente oligoalino a eualino, mostrando um gradiente decrescente da estação 3 para 1, a distribuição vertical da salinidade permitiu classificá-lo como sendo do tipo bem misturado; o oxigênio dissolvido (2,92 a 6,25ml.l⁻¹), em

geral diminuiu da estação 3 para 1; as taxas de saturação do oxigênio permitiram identificá-lo como de baixa saturação na baixa-mar e, na preamar, como zona saturada; pH manteve-se sempre alcalino, variando de 7,05 a 8,88, com maiores valores nas preamares; nitrito, nitrato e fosfato de valores indetectáveis a 0,48; 6,30 e 0,77 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, respectivamente e silicato de 7,14 a 75,63 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, maiores concentrações de nutrientes ocorreram durante o período chuvoso e nas baixa-mares, à exceção de silicato; biomassa algal de 2,45 a 70,22 mg.m^{-3} , apresentando uma sazonalidade com maiores concentrações no período chuvoso e, em sua maioria, índices elevados, caracterizando o ambiente como eutrófico.

ABSTRACT

The River Formoso Estuary is encompassed in the Environmental Protection Area of Guadalupe, Municipality of Rio Formoso, Pernambuco, located approximately 92km from the city of Recife (8° 37' - 8° 41' S e 35° 04' - 35° 08' W). It is an important ecosystem of the southern littoral coast of the Pernambuco State, principally, due to its possession of great biodiversity with vast biological potential, playing an important role in the socio-economic aspects of the local population. This pioneering research work was conducted, with an insight to know the biomass, ecology and the composition of the planktonic flora, the spatial and temporal variations, the influence of rainfall and the hydrological parameters of the study area. The sampling was carried out during 2002, in three fixed stations, which included the rainy season (May, June and July of 2002) and the dry season (October, November and December of 2002). The rainfall data was collected from Meteorological Station of Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco. Details regarding depth, temperature and water transparency were registered *in situ*, and water samples for hydrological and biological parameters were collected with the help of Nansen bottle. The samples for microphytoplankton were obtained by superficial-horizontal hauls of 3 minutes duration, using a dragnet of 1 m length and 65µm mesh size. The concentration of Chlorophyll *a*. was used as a measure to evaluate phytoplankton biomass. Two hundred and four taxa were identified as community composition with an overwhelming dominance of 75% of diatoms. Relative abundance and frequency occurrence were notably found in *Odontella mobiliensis*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros* sp. *Coscinodiscus centralis*, *Bacillaria paxillifera*, *Lithodesmium undulatum*, *Paralia sulcata*, *Nitzschia sigma*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Gyrosigma balticum*, *Surirella febigerii* and *Entomoneis alata*. Dry period and low tide condition favoured elevated levels of relative abundance of the species, *Trachelomonas* sp. and *Phacus acuminatus*. The species of dinoflagellates constitutes the second largest group of algal flora, which is followed by Cyanophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae and Silicoflagellates. Diversity index is characterized by the values ranging from intermediary to low for this ecosystem. The depth profile in the sampling stations varied from 1.8 to 9.7m, and the temperature from 24.5 to 29.5°C, with high values in dry period. Thermal stratification was not observed and the water transparency varied from 0.25 to 3.67m, with reduced values during rainy period. Salinity varied from as low as 1.33 in oligohaline region to 36.30 in euryhaline part of the estuary, showing declining gradient from station 3 to station 1. Vertical profiles of salinity tend to show well-mixed characteristics of the estuary. The

dissolved oxygen concentrations varied from 2.92 to 6.25 ml.l⁻¹ with general decline from station 3 to 1. The rate of oxygen saturation values ranged from low saturation during low tides period to saturated condition in high tides. The pH of the water remained alkaline, varying from 7.05 to 8.88, with high values during high tide. The concentrations of nitrate, nitrite and phosphate remained 0.48, 6.30 and 0.77 µmol.l⁻¹ respectively, while silicate concentrations varied from 7.14 to 75.63 µmol.l⁻¹, with the maximum concentrations registered during low tide regime of rainy period. Phytoplankton biomass fluctuated from as low as 2.45 mg to as high as 70.22 mg.m⁻³, with higher levels during rainy period, thus representing a typical seasonal variation. The elevated levels of chlorophyll tend to show a characteristic close to eutrophication.

1. INTRODUÇÃO

A palavra estuário é derivada do adjetivo latino *aestuarium*, cujo significado é maré ou onda abrupta de grande altura, fazendo referência a um ambiente altamente dinâmico, com mudanças constantes em resposta a forçantes naturais. Este termo é utilizado genericamente para indicar o encontro do rio com o mar, caracterizando uma foz litorânea. Portanto, trata-se de um ecossistema de transição entre o oceano e o continente; a complexidade e a vulnerabilidade à influência do homem são características comuns a todos os estuários. Em condições naturais, os estuários são biologicamente mais produtivos do que os rios e o oceano adjacente, por apresentarem altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (MIRANDA et al., 2002).

A clássica definição destes ecossistemas, segundo Pritchard (1967), conceitua o estuário como um corpo d'água costeiro, semifechado, que apresenta uma conexão livre com o mar aberto, no qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce derivada da drenagem terrestre.

Esses ambientes costeiros são de grande importância ecológica e econômica, pois constituem áreas quase sempre eutróficas, com expressiva atividade fotossintética e, portanto, elevada produção primária e, devido à disponibilidade nutricional deste primeiro elo trófico, funcionam como criadouros naturais de organismos fluviais, estuarinos e marinhos, fazendo com que os estudos de cunho científico nestas áreas sejam relevantes (PASSAVANTE e KOENING, 1984).

Além desse valor, os estuários de regiões tropicais e subtropicais caracterizam-se pela presença de vegetação de mangue. A riqueza biológica desse ecossistema costeiro faz com que essas áreas sejam os grandes "berçários" naturais, tanto para as espécies características desses ambientes como para peixes anádromos e catádromos e outros animais que migram para as áreas costeiras durante, pelo menos, uma fase do ciclo de vida. As vastas zonas de baixa profundidade localizadas no interior dos estuários oferecem proteção à ictiofauna juvenil; o tempo de residência da água no seu interior cria condições para que os ovos de peixes pelágicos eclodam, permitindo às larvas desenvolvimento em zonas mais protegidas e mais ricas em alimento. A fauna e a flora representam significativa fonte de alimentos para as populações humanas. Os estoques de peixes, moluscos e crustáceos apresentam expressiva biomassa, constituindo excelentes fontes de proteína animal de alto valor nutricional. Os recursos pesqueiros são considerados indispensáveis à subsistência das populações da zona

costeira, além de alcançarem altos preços no mercado internacional, caracterizando-se como importante fonte de divisas para o País.

Apesar de toda a importância, os estuários vêm sendo degradados por aterros, desmatamentos, poluição, pesca predatória, ecoturismo desorganizado. Isto interfere, entre outros fatores, na diminuição da produtividade primária, na desestabilização do solo, com o assoreamento dos ecossistemas costeiros, na diminuição da produção pesqueira e da fonte de alimento para a população.

A influência das atividades do homem sobre os estuários não foi reconhecida como importante até a metade do século XIX. Antes dessa época, estava limitada aos efeitos da descarga de efluentes de natureza doméstica e, mais recentemente, à erosão nas áreas agrícolas, que ocasionavam um maior transporte de sedimentos para os rios. A partir de meados do século passado, houve uma enorme expansão das atividades em complexos industriais instalados nas proximidades dos estuários (com a fabricação de grande diversidade de materiais e substâncias), da agricultura (com a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas), da construção de barragens para a instalação de usinas hidroelétricas e da indústria pesqueira. Com a conseqüente expansão populacional nas cidades próximas aos estuários, aumentou consideravelmente a influência do homem, colocando em risco o desenvolvimento sustentável desses ambientes (MIRANDA et al., 2002).

Em virtude disso, trabalhos nestes ambientes que visam ao aspecto ecológico devem receber considerável atenção, uma vez que seus resultados podem levar a um possível aproveitamento racional de recursos e ao controle dos poluentes orgânicos (FEITOSA, 1988).

Um dos motivos para estudar o corpo de água estuarino é compreender como esse complexo sistema funciona. Na área da Oceanografia Biológica, esse estudo fundamenta-se no conhecimento das comunidades biológicas que nele se desenvolvem, bem como nas relações que essas comunidades realizam entre si e com os parâmetros abióticos.

Dessa forma, pode-se destacar o estudo da biomassa fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos, pois possibilita uma avaliação do potencial de produção biológica, bem como a obtenção de informações necessárias para uma possível utilização racional desses ecossistemas (TUNDISI e TUNDISI, 1976; PASSAVANTE e FEITOSA, 1989).

Estudos sobre produção primária e biomassa fitoplanctônica em ambientes estuarinos e costeiros têm sido desenvolvidos em várias partes do mundo. No Nordeste do Brasil, e em especial, no Estado de Pernambuco, estes estudos foram implantados por Passavante (1979), despertando o interesse de vários pesquisadores da região.

Da mesma forma, vários trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica foram desenvolvidos no Estado de Pernambuco com o objetivo de melhor caracterizar a participação destes seres no ambiente estuarino, podendo-se destacar, dentre outros: os de Eskinazi-Leça (1974); Eskinazi-Leça e Passavante (1974); Eskinazi-Leça e Barros-Franca (1974); Passavante (1979, 1981), Eskinazi-Leça et al. (1980 a, b); Passavante e Koenig (1984); Koenig e Eskinazi-Leça (1987/89); Silva-Cunha et al. (1987/89); Feitosa (1988, 1996); Feitosa e Passavante (1991/93); Silva (1992); Lacerda et al (1998); Silva e Koenig (1993); Lacerda (1994); Koenig et al. (1995); Eskinazi-Leça et al. (1996); Flores Montes (1996); Santos-Fernandes (1997); Eskinazi-Leça et al. (2000); Silva-Cunha (2001).

Embora exista um grande número de trabalhos em áreas estuarinas, estes ainda são insuficientes para entender a demanda por conhecimento de indicadores para prevenir e minimizar os impactos ambientais, pois pouco se conhece da estrutura das comunidades e da diversidade biológica desses ecossistemas, principalmente de clima tropical, considerando-se que muitos deles já foram e estão sendo destruídos ou altamente alterados (SILVA-CUNHA, op cit.).

Dentre os vários estuários do Estado de Pernambuco, destaca-se o sistema estuarino do rio Formoso que, devido à intensa atividade pesqueira e turística, vem desempenhando um papel socioeconômico muito importante, principalmente para a população de baixa renda que vive em suas proximidades. Com o intuito de caracterizá-lo melhor, vários trabalhos já foram realizados, como os de: Lira et al (1979), que estudaram os aspectos da dinâmica do estuário do rio Formoso; Lira e Fonseca (1980), que analisaram a composição e distribuição faciológica; Neumann-Leitão et al. (1994/95), sobre a comunidade zooplanctônica; Batista (2000), que fez um estudo preliminar sobre o manguezal e a comunidade zooplanctônica associada como bioindicadores da qualidade ambiental e aspectos socioeconômicos; Lima et al. (2000), que avaliaram a qualidade da água desde a nascente até o estuário; Sônia-Silva et al. (2000a), sobre a sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal; Gomes et al. (2000), sobre aspectos ambientais; Sônia-Silva et al. (2000b), sobre a distribuição espaço-temporal da macrofauna no manguezal; Tavares et al. (2000), que fizeram uma análise taxonômica e ecológica do mangue do município do Rio Formoso.

Com o objetivo geral de ampliar os conhecimentos sobre a ecologia do sistema estuarino do rio Formoso, Rio Formoso-PE, foi desenvolvida a presente pesquisa, um trabalho pioneiro sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica, tendo como objetivos específicos:

- analisar as variações espacial e sazonal dos parâmetros hidrológicos e da biomassa fitoplanctônica em diferentes regimes de maré;
- caracterizar o ambiente quanto ao seu grau de eutrofização;
- inter-relacionar os parâmetros biológicos com os abióticos;
- determinar a composição do microfitoplâncton, em níveis específico e infra-específico;
- caracterizar as microalgas dominantes em relação aos seus padrões ecológicos de distribuição, abundância relativa e frequência;
- evidenciar a estrutura ecológica do microfitoplâncton através do índice de diversidade e equitabilidade.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA

2.1. DESCRIÇÃO GERAL

O município de Rio Formoso está situado na região fisiográfica da Mata Meridional de Pernambuco, a 92km do Recife, entre os paralelos de 8° 37' - 8° 41' Lat. S e 35° 04' - 35° 08' Long. W, tendo como limite, ao norte, o município de Sirinhaém, ao sul, o município de Tamandaré, a oeste, o município de Gameleira e, a leste, o oceano Atlântico. Possuindo uma área de 433km², representa 9,1% da mesorregião a que pertence e 0,4% da área total do Estado (CONDEPE, 1992).

Atualmente uma boa parte de seu território está incluída em uma Área de Proteção Ambiental – APA (Decreto Estadual nº 19.635, de 13 de março de 1997), denominada APA de Guadalupe, que se localiza na porção meridional do litoral sul do Estado de Pernambuco, abrangendo parte dos municípios de Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros (CPRH, 1998a).

De acordo com a classificação de Köppen, a região enquadra-se no clima do tipo As' (tropical quente e úmido), com chuvas de outono/inverno (ANDRADE e LINS, 1965). Segundo Andrade e Lins (1971), a umidade relativa do ar apresenta média anual superior a 80% e evaporação média anual de 170mm. Os ventos predominantes são de sudeste, com variação de leste e nordeste, constituintes da Massa Equatorial Atlântica e com velocidades médias anuais em torno de 2,5m.s⁻¹.

Sob o ponto de vista socioeconômico, a população do município de Rio Formoso vive da safra canavieira, da produção sucroalcooleira e da atividade pesqueira. Os recursos naturais representam alimento direto e indireto para as comunidades que vivem próximas aos estuários (CONDEPE, op. cit.).

Hidrograficamente, o município de Rio Formoso está inserido nas bacias dos rios Sirinhaém e Una, além de pequenos grupos de rios litorâneos. Destaca-se neste complexo fluvial o estuário do rio Formoso, situado entre as coordenadas geográficas 8° 39' - 8° 42' S e 35° 10' - 35° 05' W, com uma área aproximada de 2.724 hectares (Fig. 1). É formado pelos rios Formoso, dos Passos, Lemenho, a noroeste, e pelo rio Ariquindá, ao sul, rios estes de características litorâneas, diferentemente de outras áreas estuarinas do litoral do Estado, que são servidas, em sua maioria, por rios cuja bacia hidrográfica se estende ao interior até a região agreste (FIDEM, 1987).

Os atributos físicos naturais, além de proporcionarem intensa beleza paisagística, observando-se a magnitude da barra do rio Formoso e as cercanias de Guadalupe, do

Reduto e da praia dos Carneiros, determinaram, para essa área estuarina, condições especiais de qualidade para o desenvolvimento e cultivo de espécies da flora e da fauna nativa, em função das características naturais advindas da proteção dos arrecifes na desembocadura do estuário e da pequena descarga líquida fluvial (FIDEM, 1987).

2.2. RIO FORMOSO

O rio Formoso tem uma extensão de 12km e nasce na porção noroeste do município de mesmo nome, em terras do Engenho Vermelho, onde estão localizadas as cabeceiras de seus dois formadores - o rio Vermelho e o Serra D'água -, cuja confluência se dá a montante da sede do Engenho Changuazinho. A partir desse ponto, já com o nome de rio Formoso, dirige-se para sudeste, passando pela cidade homônima. Três quilômetros a jusante desta, o referido rio alcança a planície costeira dominada por seu amplo estuário que se dilata a nordeste e norte através de vários braços constituídos pelos rios Goicana, dos Passos, Porto das Pedras e Lemenho. Com seus largos canais, esses rios engendram uma trama compacta de mangues e salgados que, a oeste, nordeste e norte, se estendem até o sopé dos morros e colinas que bordejam a planície costeira e, a leste, confinam com os terraços marinhos atuais. Próximo à desembocadura, localizada entre a ponta de Guadalupe e a praia dos Carneiros, o rio Formoso recebe o Ariquindá e seu afluente União, dois importantes componentes de sua bacia (CPRH, 1999).

Nas adjacências do estuário, em sua margem direita, observam-se algumas residências que abrigam moradores de classe média a baixa. Grande parte desta população ribeirinha vive da agricultura de subsistência, da prática da piscicultura e da atividade pesqueira que é realizada de maneira bastante artesanal, limitando-se à utilização de pequenas embarcações e de apetrechos tradicionais como rede de emalhar, tarrafa e anzol.

Do ponto de vista geológico, Lira et al. (1979) classificaram o estuário do rio Formoso como sendo de planície costeira em virtude dos seguintes aspectos: presença de um canal central com secção transversal, evidenciando calha ligeiramente triangular; profundidade máxima menor que 15m; razão entre largura e profundidade maior que 1m. Aliado a esses fatores, o estuário conta com uma pequena planície costeira constituída por sedimentos quaternários. Ainda segundo estes autores, suas marés são de pequena amplitude, com 1,24m em média para a baía de Tamandaré. A maré dinâmica no fundo do estuário, em relação à boca do mesmo, apresenta um retardo de 90-120min. A penetração da maré de salinidade foi estimada em 10,5km nas proximidades da cidade de Rio

Formoso. O volume de água presente em uma preamar é aproximadamente de 24 milhões de metros cúbicos, contra pouco mais de 12 milhões de metros cúbicos durante a baixa-mar, o que sugere que quase 12 milhões de metros cúbicos de água são introduzidos no estuário durante um fluxo de maré, com tempo de renovação de água doce de 11 a 12 dias, correspondendo à descarga líquida fluvial de $5\text{m}^3.\text{s}^{-1}$.

Quanto à morfologia Lira et al. (1979), sugeriram a divisão do estuário do rio Formoso em três zonas morfológicas distintas:

- **Zona estuarina superior:** corresponde à zona situada à montante da maior ilha existente no estuário até o limite máximo de penetração da maré salina. A existência de bancos areno-lamosos recobertos pela vegetação de mangue com predomínio de *Rhizophora mangle* sobre os outros vegetais, assim como a presença de um único canal com profundidade igual ou superior a 2m, são os aspectos mais característicos. É interessante ressaltar a presença de bancos areno-lamosos com superfícies aplainadas que suportam grandes estoques de moluscos bivalves de importância comercial, como *Mytella* sp.;
- **Zona estuarina média:** o elemento morfológico mais expressivo está representado por um canal de profundidade média de 7,05m, que é o eixo de refluxo das águas. Esse canal está praticamente ancorado na margem direita do estuário. Esta zona está situada entre a desembocadura do rio Ariquindá e a maior ilha (ilha Neri) existente no estuário;
- **Zona estuarina inferior:** compreende o trecho entre a ponta de Guadalupe e a desembocadura do rio Ariquindá. A característica mais importante em relação às suas margens é a ausência de mangues. É o trecho mais largo do estuário, onde se destaca a presença de 2 canais, um de fluxo e outro de refluxo, situados às margens e divididos por um pequeno banco arenoso.

Ainda segundo estes autores os sedimentos que recobrem a calha do rio Formoso são predominantemente quartzosos. Dominam areias médias nas zonas médias e inferior. Na zona estuarina superior, em virtude de sua morfologia e da maior dinâmica das águas, predominam areias grossas, especialmente preenchendo o canal principal. A presença de carbonato de cálcio nos sedimentos deste estuário é devida, principalmente, à sedimentação carbonática de clorofíceas calcárias do gênero *Halimeda* e de outros organismos de estrutura carbonática.

Do ponto de vista florístico, as margens do estuário do rio Formoso, que em quase toda a sua extensão são constituídas de sedimentos areno-lamosos, são colonizadas por

mangues das espécies *Rhizophora mangle* Linnaeus (mangue-vermelho ou gaiteiro), *Laguncularia racemosa* Gaertn. (mangue-manso), *Avicennia schaueriana* Staf. e Leechamn (mangue-canoé) e *Conocarpus erectus* Linnaeus (mangue-de-botão). Pode-se dizer, de forma geral, que o manguezal da zona estuarina do rio Formoso é bem conservado. No entanto, na porção final do estuário, próxima à praia dos Carneiros, observa-se que o manguezal é substituído pela monocultura de *Cocos nucifera*, formando grandes coqueirais.

Além do manguezal típico, com composição e estrutura bem definidas, localizam-se no interior e na periferia deste ecossistema formações abertas chamadas de salgados. Situam-se acima do nível das preamares, sendo inundados nas grandes marés. Em função disso, a vegetação é bastante rarefeita (CPRH, 1998b).

Neste contexto, o complexo estuarino do rio Formoso apresenta uma excelente condição para a distribuição da macrofauna bentônica. Na porção de maior influência marinha, destacam-se os representantes dos filos Cnidaria, Mollusca, Crustacea e Echinodermata.

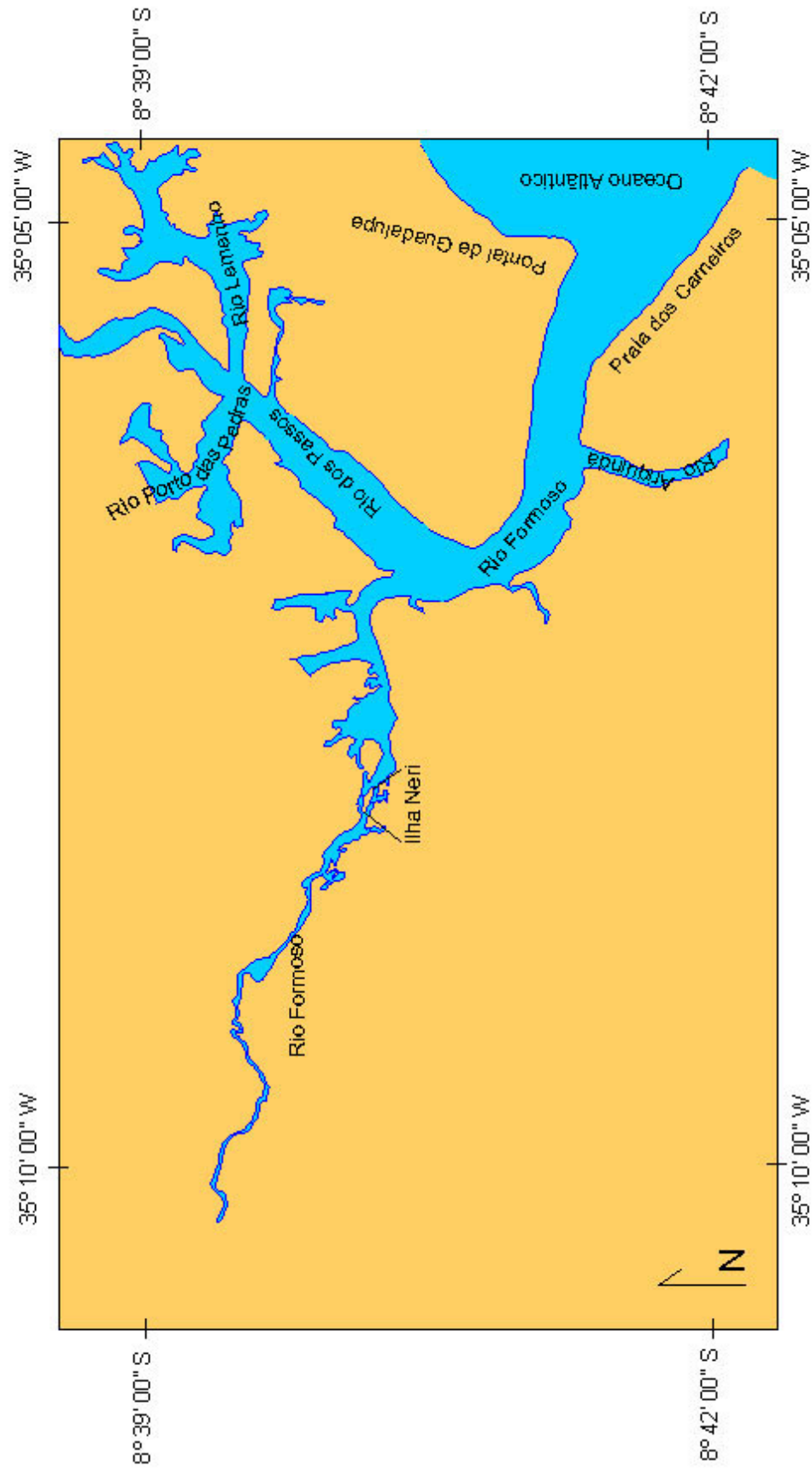
A pesca artesanal prevalece no manguezal do rio Formoso e, dentre os moluscos de importância econômica, os mais abundantes são: *Tagelus plebeius* Lightfoot, 1786 (unha-de-velho); *Mytella falcata* Orbigny, 1842 (sururu); *Lucina pectinata* Gmelin, 1791 (marisco redondo); *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828 (ostra); e *Anomalocardia brasiliiana* Gmelin, 1791 (marisco-pedra). Destes, as principais espécies exploradas são *Tagelus plebeius*, *Crassostrea rhizophorae* e *Mytella falcata*. A pesca artesanal de moluscos é feita individual ou coletivamente e os apetrechos são: balaio, puçá, foice, pá, gancho, espeto, machadinha, enxada, colher e samburá (SÔNIA-SILVA et al., 2000a).

Os crustáceos mais comuns na área estão representados por *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (guaíamum), *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (caranguejo-uçá), *Uca thayeri* Rathbum, 1900 (chama-maré), *Uca maracoani* Latreille, 1825 (tesoura), *Aratus pisoni* H. Milne Edwards, 1837 e *Goniopsis cruentata* Latreille, 1803 (aratu), *Balanus* sp. e *Chtamalus* sp. (cracas). Além destes, a produção de camarão se destaca como a maior fonte de renda da região. As principais espécies são: *Panaeus schmidtii* Burkenroad, 1936 (vilafranca), *Panaeus subtilis* Perez Farfante, 1967 (camarão-rosa) e *Xiphopenaus kroyeri* Heller, 1786 (sete-barbas) (COELHO e RAMOS-PORTO, 1995).

A fauna íctia do estuário do rio Formoso recebe influência direta da fauna dos recifes e da região costeira entre Sirinhaém e Tamandaré. A ausência de um rio de grande porte no estuário faz com que a composição faunística seja de larga predominância

marinha. As principais espécies de peixes que sofrem esforços de pesca no estuário do rio Formoso são: tainha, curimã, camurim, mero, carapeba, moréia, xaréu, arraia, pescada, sardinha, bagre, xira, boca-mole, cioba, guaru, amoré. Além destas, foram encontradas no estuário espécies de peixes típicas de recifes de coral, como os das famílias *Pomacanthidae*, *Serranidae*, *Grammidae*, *Tetradontidae*, *Syngnathidae*, *Sciaenidae*, *Plotosidae*, *Muraenidae*, *Lutjanidae* e *Labridae*, que possuem elevado valor comercial na aquariofilia marinha (CPRH, 1998b).

Além dos aspectos ecológicos, deve-se considerar a utilização do estuário como área de lazer, não só por pescadores amadores, mas também pela população de turistas que exploram este ecossistema. Neste sentido, observou-se que o estuário do rio Formoso, em especial a sua desembocadura, é uma área bastante utilizada pelos turistas como via de acesso às praias e trilhas ecológicas existentes no manguezal. Aliado a isto, segundo Batista (2000), a presença de marinas nas margens deste estuário tem atraído um grande número de embarcações a motor, prejudicando as pescas artesanais, liberando óleo, lubrificantes e combustível para o ambiente. Segundo informações de moradores, nos finais de semana e principalmente no período de veraneio, há um aumento considerável do fluxo de embarcações na área estuarina do rio Formoso.



Fonte: SUDENE (Escala: 1:25000)

Figura 01. Mapa da bacia hidrográfica do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco)

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram realizadas viagens piloto à área com objetivo de viabilizar as atividades de campo e, na ocasião, demarcar as estações de coleta, bem como criar condições para a realização de algumas etapas de laboratório que devem ser efetuadas logo após as coletas. Na ocasião, ficou definido que seria utilizado um espaço do restaurante Píer da Pedra, situado à margem direita do rio Formoso, em frente à estação 2, como ponto de apoio e “laboratório” para a realização das filtrações.

As estações de coletas foram determinadas através de um GPS Garmin modelo 48, levando-se em conta as características gerais da área, considerando também a distância a ser percorrida sem perda significativa da altura da maré (Fig. 2).

Foram realizadas coletas durante três meses do período chuvoso (maio, junho e julho/02) e três meses de estiagem (outubro, novembro e dezembro/02), nos dois regimes de marés de um mesmo dia, em três estações fixas, em maré de sizígia, utilizando-se um barco de 6,2m de comprimento, equipado com motor de popa de 25 H.P.

Em cada estação, foram registrados, concomitantemente, dados relativos à temperatura da água (superfície e fundo), à profundidade máxima local e à penetração de luz. Além disso, foram recolhidas amostras para determinação dos parâmetros hidrológicos e biológicos. As amostras para análise dos parâmetros hidrológicos - salinidade, pH, nutrientes e oxigênio dissolvido - foram coletadas apenas na camada superficial, exceto salinidade, cujas amostras foram coletadas, também, na camada de profundidade máxima.

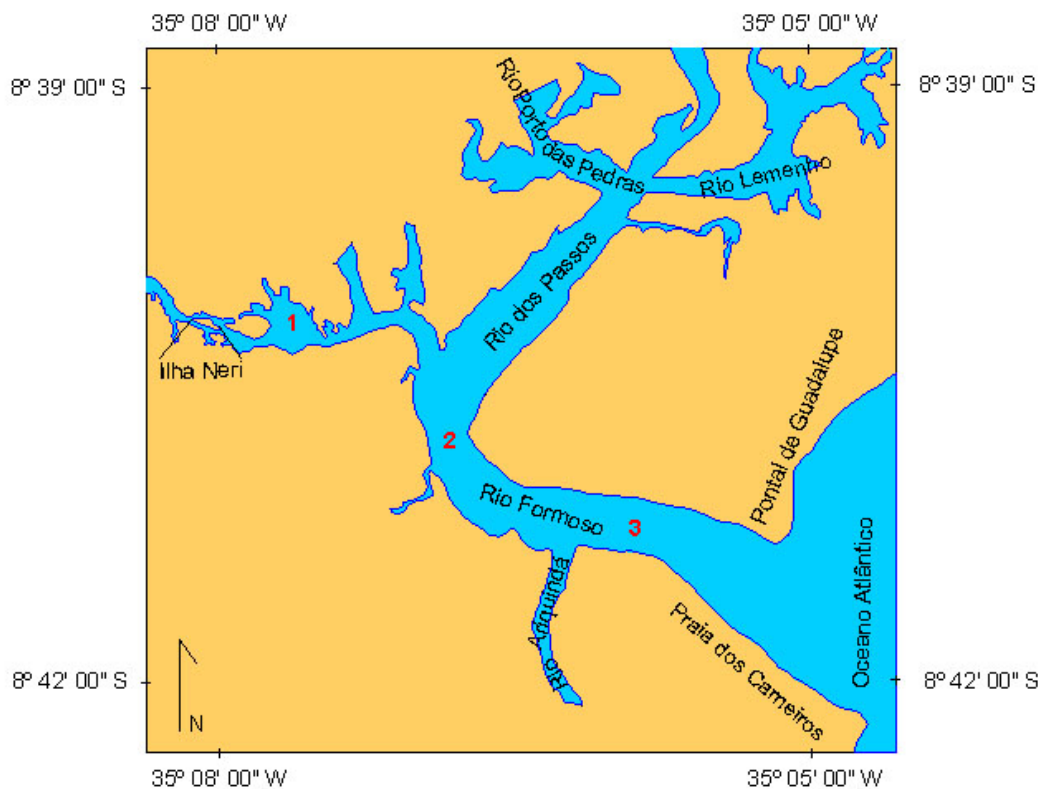
As análises químicas e biológicas destas amostras foram realizadas, respectivamente, nos laboratórios de Química, Fitoplâncton e Produtividade Primária do Departamento de Oceanografia da UFPE.

3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES DE COLETAS

- Estação 1 – Localizada nas coordenadas geográficas 8° 40' 10" Lat. S e 35° 07' 37" Long. W. A profundidade média local foi de 2,1m na baixa-mar e 3,5m na preamar. Esta estação é a mais interna e, a montante desta, durante a baixa-mar, a pequena profundidade inviabiliza coletas;
- Estação 2 - Localizada nos paralelos 8° 40' 47" Lat. S e 35° 06' 49" Long. W. A profundidade média local foi de 7,1m na baixa-mar e 8,5m na preamar.

Esta estação está localizada na confluência do rio dos Passos com o rio Formoso;

- Estação 3 - Localizada na desembocadura do rio nos paralelos $8^{\circ} 41' 13''$ Lat. S e $35^{\circ} 05' 53''$ Long. W. É a estação mais costeira, tendo uma forte influência marinha, com uma profundidade média local de 5,0m na baixa-mar e 6,7m na preamar.



Fonte: SUDENE (Escala: 1:25000)

Figura 02. Mapa da área estudada com a localização das estações de coleta. Fonte: SUDENE (1974 a, b). Escala de 1:25000

3.2. PARÂMETROS ABIÓTICOS

3.2.1. Climatologia

Os dados climatológicos, referentes aos anos de 1991 a 2002, colhidos pela Estação Meteorológica de Porto de Galinhas (8° 30' 54" S e 35° 00' 03" W), foram fornecidos pela Empresa Pernambucana Agropecuária (IPA).

3.2.2. Hidrologia

3.2.2.1. Altura das Marés (m)

A altura das marés, para o momento de coleta, foi calculada de acordo com as instruções contidas nas tábuas de marés para a costa do Brasil e Portos Estrangeiros, publicadas pela Diretoria de Hidrologia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil (2001), baseando-se nos dados referentes ao Porto de Suape e em medições realizadas *in situ*.

3.2.2.2. Profundidade local (m)

Para a determinação da profundidade máxima local, foi utilizada uma ecossonda portátil, modelo LDC digital, da marca Plastimo.

3.2.2.3. Temperatura da água (°C)

Os dados relativos à temperatura da água foram registrados *in situ* através de um termômetro digital, da marca Hanna.

3.2.2.4. Transparência da água (m) e coeficiente de extinção da luz (K).

A transparência da água foi mensurada utilizando-se um disco de Secchi de cor branca, com 30cm de diâmetro, suspenso por um cabo de náilon demarcado de 10 em 10cm. A determinação do coeficiente de extinção da luz foi calculada a partir dos dados de leitura do referido disco, empregando-se a fórmula de Poole e Atkins (1929).

$$K = \frac{1,7}{d}$$

onde:

K	=	Coeficiente de extinção de luz
1,7	=	Constante
d	=	Profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, em metros

3.2.2.5. Salinidade

As amostras destinadas à medição da salinidade foram coletadas com garrafas de Nansen e transferidas para frascos plásticos com capacidade para 60ml. Foi empregado o método indireto de Morh-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1972).

3.2.2.6. Oxigênio dissolvido (ml.l^{-1}) e taxa de saturação (%)

Para obtenção do teor de oxigênio dissolvido, foram coletadas amostras de água utilizando-se uma garrafa de Nansen. A determinação do oxigênio dissolvido na água seguiu a metodologia de Winkler, modificada para água do mar por Carritt e Carpenter, *apud* Grasshoff et al. (1983), também descrita em Strickland e Parsons (1972). Para calcular a taxa de saturação do oxigênio, foi aplicada a correlação entre a temperatura e a salinidade da água, de acordo com a tabela-padrão da International Oceanographic Tables (UNESCO, 1973).

3.2.2.7. Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico da água foi determinado com um pH-metro Beckman, tipo Zeromatic II, utilizando-se alíquotas das amostras coletadas para obtenção da concentração dos sais nutrientes dissolvidos na água.

3.2.2.8. Sais nutrientes

As amostras destinadas à análise destes parâmetros foram coletadas na superfície da água, utilizando-se a garrafa de Nansen, e em seguida armazenadas em garrafas plásticas com capacidade para 0,5 litro. Para a determinação dos principais nutrientes inorgânicos dissolvidos na água (nitrito $\text{NO}_2\text{-N}$; nitrato $\text{NO}_3\text{-N}$ e fosfato $\text{PO}_4\text{-P}$) foram empregadas as técnicas descritas por Strickland e Parsons (1972) e, para o silicato $\text{SiO}_2\text{-Si}$, as descritas por Grasshoff et al. (1983).

3.3 PARÂMETROS BIÓTICOS

3.3.1. Biomassa fitoplanctônica

As amostras para análise da biomassa fitoplanctônica foram coletadas na superfície da água com o auxílio de uma garrafa de Nansen e em seguida transferidas para recipientes de plástico fosco com capacidade de 1000ml. A filtragem foi feita com o auxílio de uma

bomba de vácuo como recomenda a metodologia. Para tanto, foi utilizado um sistema de filtração da marca Sartorius. Foram utilizados, também, filtros membranosos de 47mm de diâmetro e porosidade de 0,45µm da Schleicher & Schüll; o volume da água filtrada dependeu da quantidade de material em suspensão na mesma. Em seguida, os filtros foram envolvidos em papel alumínio, acondicionados em envelopes de papel e mantidos em freezer a uma temperatura de -18°C até a sua análise. O método para determinação da clorofila *a* foi o da análise espectrofotométrica descrita por Parsons e Strickland (1963) e UNESCO (1966).

A determinação da biomassa fitoplanctônica foi realizada no laboratório de Produtividade Primária do Departamento de Oceanografia da UFPE.

Para extração dos pigmentos clorofilianos, foram utilizados tubos de ensaio de 10ml, nos quais se colocara acetona a 90%, deixando-os em um freezer a uma temperatura de -18°C, por 24 horas, a fim de que fosse possível a extração dos referidos pigmentos. Após esse período, o material era centrifugado durante dez (10) minutos, a 3000rpm, e o sobrenadante colocado em cubetas ópticas de um (1)cm³, sendo feitas às respectivas leituras de absorvâncias em um espectrofotômetro da marca Gehaka modelo G3410 nos comprimentos de ondas 630, 645, 665 e 750nm.

Para o cálculo da concentração de clorofila *a*, foi aplicada a equação de Strickland e Parsons (1972)

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

onde:

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

V_2 = volume da amostra filtrada em litro;

L = caminho óptico da cubeta em centímetro;

D = leituras das absorvâncias nos respectivos comprimentos de ondas a que se referem seus índices.

3.3.2. Composição florística do plâncton

3.3.2.1. Etapa de Campo

As amostras para os estudos do microfitoplâncton foram coletadas através de arrasto superficial horizontal, utilizando-se uma rede de plâncton cônica, de um metro de comprimento e 30cm de diâmetro de boca, com abertura de malha de 65µm. As coletas foram realizadas com barco funcionando em marcha lenta, em velocidade aproximada de 1 nó, durante 3 minutos, em sentido contrário à maré. Em seguida, as amostras foram preservadas em formol neutro a 4% e encaminhadas ao laboratório de Fitoplâncton do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, onde foram realizadas as análises.

3.3.2.2. Etapa de Laboratório

Na análise qualitativa, as amostras foram cuidadosamente homogeneizadas e diluídas para 500ml, sendo retiradas, de cada uma, subamostras de 0,5ml para identificação dos táxons em microscópio óptico e contagem em lâmina Sedgwich-Rafter; no caso da confirmação de algumas espécies de diatomáceas, foram feitas também lâminas permanentes segundo o método de Muller-Melchers e Ferrando (1956). As microalgas foram identificadas sempre que possível, em níveis específicos e infraespecíficos.

Para a identificação taxonômica, foram consultados trabalhos especializados. Para diatomáceas: Peragallo e Peragallo (1897-1908), Hustedt (1930, 1959, 1961-1966); Cupp (1943); Cleve Euler (1951; 1952; 1953 a, b, 1955); Hendey (1964); Souza e Silva (1960); Van Heurck (1986); Ricard (1987); Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990). Para os dinoflagelados: Sournia (1967, 1986); Wood (1968); Dodge (1982); Balech (1988); Steidinger e Tangen (1997). Para as cianofíceas: Desikachary (1959); Bourrelly (1972). Para as euglenofíceas e clorofíceas: Mizuno (1968); Bold e Wynne (1985); Sournia (op cit.); Chrétiennot-Dinet et al. (1990).

O sistema de classificação para o enquadramento dos táxons seguiu os trabalhos de: Round et al. (1990) e Hasle e Syvertsen (1996), para Bacillariophyta; Sournia (1986), para Pyrrophyta; Desikachary (1959), para Cyanophyta; Chrétiennot-Dinet et al. (1990), para Euglenophyta; Bold e Wynne (1985) e Prescott (1975), para Clorophyta.

Para a confirmação dos sinônimos das espécies de diatomáceas, foram consultados os seguintes trabalhos: Van Landingham (1967-1979), Hasle (1983), Round (1990), Lange

et al. (1992), Moreira Filho et al. (1994-95), Hasle e Syvertsen (1996); e, para os dinoflagelados, Steidinger e Tangen (1997).

A classificação ecológica dos táxons infragenéricos de diatomáceas baseou-se em Torgan e Biancamano (1991), Moreira Filho et al. (1990), Moreira Filho et al. (1994-95), Moreira Filho et al. (1999), enquanto para os demais grupos foi utilizada a mesma bibliografia da identificação taxonômica.

3.3.3. Tratamento numérico dos dados

3.3.3.1 – Abundância relativa dos táxons

A abundância relativa de cada táxon infragenérico foi calculada segundo as recomendações de Lobo e Leighton (1986), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$A = \frac{N \times 100}{n}$$

onde:

A = Abundância relativa;

N = número de indivíduos do táxon identificado;

n = número total de indivíduos.

Para interpretação da abundância relativa de cada táxon foi utilizada a seguinte escala:

≤ 10% Rara

≤ 40 > 10% Pouco abundante

≤ 70 > 40% Abundante

> 70% Dominante

3.3.3.2. Frequência de ocorrência dos táxons (%)

As frequências de ocorrências dos táxons foram expressas em forma de porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras, nas quais cada táxon ocorreu, e o número total de amostras analisadas, sendo aplicada a fórmula descrita por Mateucci e Colma (1982)

$$F = \frac{M \times 100}{m}$$

onde:

F = Frequência de ocorrência;

M = número de amostras em que o táxon ocorreu;

m = número total de amostras estudadas.

Para interpretação dos resultados da frequência de ocorrência foi utilizada a seguinte escala:

$\leq 10\%$ → esporádica;

$\leq 40 > 10\%$ → pouco freqüente;

$\leq 70 > 40\%$ → freqüente;

$> 70\%$ → muito freqüente.

3.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

3.4.1. Índice de Diversidade Específica (bits.cel⁻¹) e Equitabilidade.

Para melhor interpretação da estrutura do fitoplâncton foram aplicados métodos próprios ao estudo da ecologia numérica: índice de diversidade específica e equitabilidade.

A diversidade de espécies indica o grau de complexidade da estrutura da comunidade, sendo considerada uma função da riqueza (número de táxons) e da equitabilidade (distribuição das células por táxons).

Para o cálculo da diversidade específica, utilizou-se o índice de Shannon (1948)

$$H' = -\sum p_i \times \log_2 p_i$$

$$p_i = \frac{N_i}{N}$$

onde:

p_i = probabilidade de coleta da espécie *i* na população;

N_i = nº de células de cada espécie;

N = nº total de células, expresso em bits. cel⁻¹.

Os resultados foram apresentados em bits.cel⁻¹, considerando-se que 1 bit equivale a uma unidade de informação (VALENTIN, 2000). Esses valores podem ser enquadrados nas seguintes classificações:

$\geq 3,0$ bits.cel⁻¹ representa uma alta diversidade;

$<3,0 \geq 2,0$ bits.cel⁻¹ representa uma média diversidade;

$<2,0 \geq 1,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ representa uma baixa diversidade;

$<1,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ representa uma diversidade muito baixa.

A equitabilidade (J) foi calculada através de Pielou (1977), expresso pela seguinte fórmula:

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

onde:

H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies

A equitabilidade varia de 0 a 1: perto de 0, a equitabilidade é baixa e acima de 0,5 é considerada significativa e equitativa, o que representa uma distribuição uniforme de todas as espécies na amostra e uma alta equitabilidade.

Para estes cálculos foi utilizado o programa estatístico **Ecologia** (Measures of Community and Measures of Community Similarity).

3.4.2. Análise Multivariada

3.4.2.1. Associação das Amostras/Parâmetros Ambientais

Foi determinado o cálculo de similaridade a partir das espécies do microfitoplâncton que ocorreram com mais de 25% de frequência de ocorrência, com base no coeficiente Bray e Curtis(1957). A classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Average Arithmetics – WPGMA).

Uma análise Cofenética foi realizada para medir o bom ajuste dos dados, cujo valor $> 0,8$ é considerado bem ajustado (Rohlf e Fisher, 1968). Os cálculos foram feitos utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

3.4.2.2. Análise dos Componentes Principais (ACP)

A Análise dos Componentes Principais baseou-se nas espécies mais frequentes e nos parâmetros hidrológicos através da matriz de correlação momento-produto de Pearson.

Em seguida foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes. Os cálculos foram feitos utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

3.5. NORMATIZAÇÃO DO TEXTO

Para normatização do texto, das citações e referências bibliográficas, foram empregadas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1989a, 1989b, 2000, 2001a, 2001b).

As tabelas foram elaboradas de acordo com as recomendações da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FUNDAÇÃO IBGE, 1993)

Para os gráficos, foram seguidas as recomendações do Conselho Nacional de Estatística (Brasil, 1963).

4. RESULTADOS

4.1. CLIMATOLOGIA

4.1.1. Precipitação pluviométrica (mm)

A precipitação pluviométrica média registrada na estação meteorológica de Porto de Galinhas -Pernambuco, durante os últimos doze (12) anos (1991 – 2002), apresentou um valor mínimo de 35,40mm de chuvas ocorridas em dezembro e o valor máximo de 335,40mm em junho (Fig. 3, Apêndice A).

Ao longo do ano de 2002 a precipitação mínima foi de 20,00mm, registrada em dezembro, e a máxima, de 446,70mm, em junho. O total de chuvas registradas no ano foi de 1875,30mm.

Comparando-se o total de chuvas caídas no ano de 2002 com a média histórica dos últimos doze anos (1719,40mm), observou-se que em 2002 o índice pluviométrico foi 9% superior à média histórica (Fig. 4, Apêndice A).

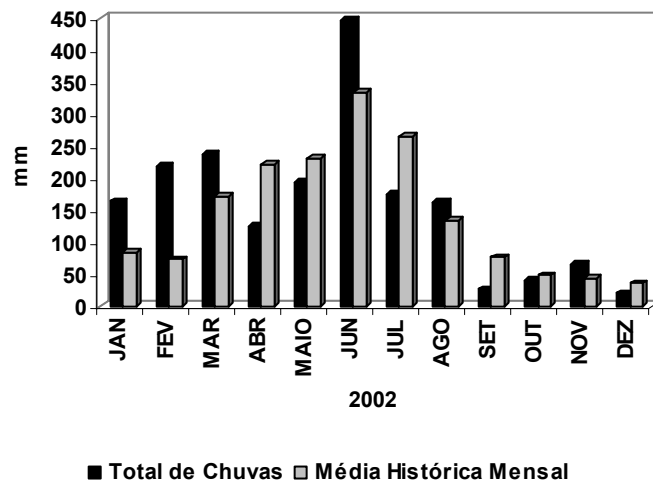


Figura 3. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na Estação Meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco, no ano de 2002.

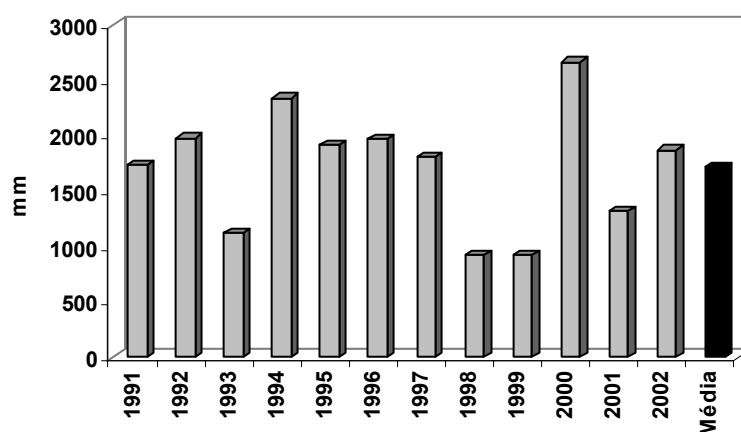


Figura 4. Dados dos doze últimos anos da pluviometria total anual da Estação Meteorológica de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco.

4.2. HIDROLOGIA

4.2.1. Altura das marés (m)

Durante o período de estudo, as marés de sizígia no momento das coletas alcançaram a altura mínima de 0,2m durante a baixa-mar, no mês de maio/02, e a máxima de 2,2m, registrada em preamar, no mês de maio/02, com amplitude de 1,9m (Fig. 5, Apêndice B).

A altura das marés calculada nos momentos de coleta em baixa-mar, na estação 1, variou de 0,2 a 0,5m, enquanto no regime de preamar foi de 1,9 a 2,1m (Apêndice B).

Para a estação 2, os valores registrados variaram de um mínimo de 0,2m a um máximo de 0,5m em baixa-mar. Em preamar, a altura das marés variou de 1,6m a 2,1m (Apêndice B).

Na estação 3, em baixa-mar, as coletas foram realizadas em marés com alturas entre 0,2 a 0,6m, enquanto, em preamar a altura das marés oscilou entre 2,0 e 2,2m (Apêndice B).

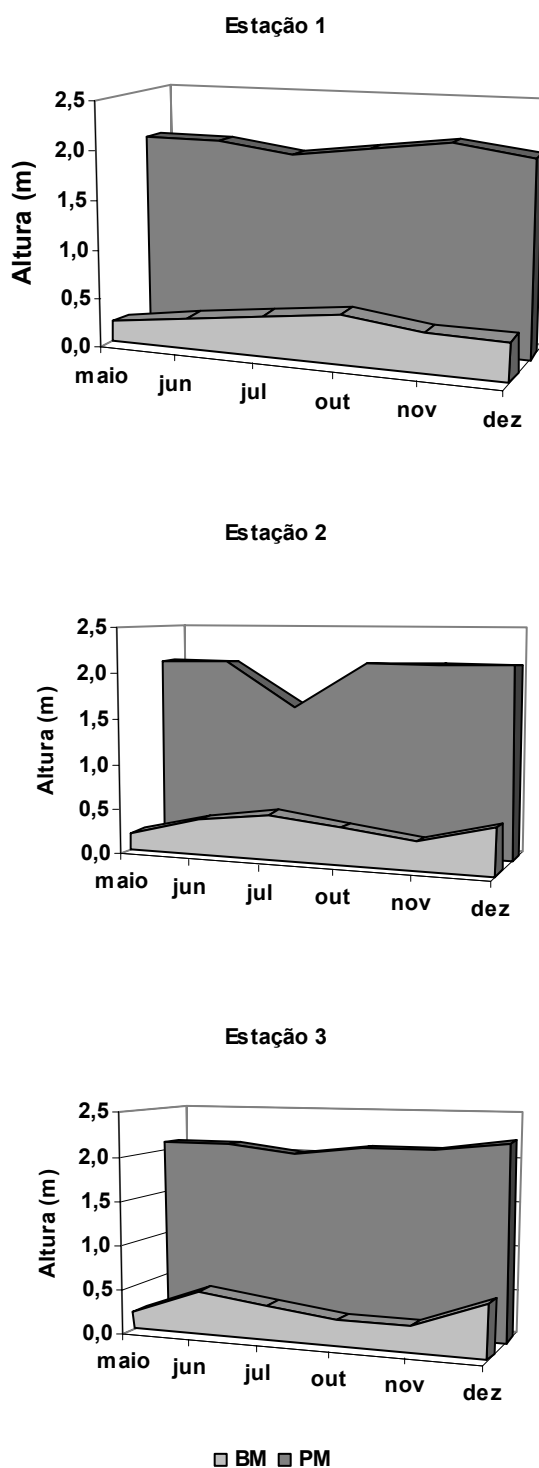


Figura 5. Variação sazonal das alturas das marés (m) no momento das coletas no estuário de rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.2. Profundidade local (m)

A profundidade mínima foi de 1,8m, registrada na estação 1 durante a baixa-mar, e a máxima, de 9,7m, medida na estação 2 durante a preamar, ambas no mês de dez/02. A amplitude foi de 7,9m e a média de profundidade, de 5,5m.

Em relação às marés, no regime de baixa-mar os valores das profundidades variaram de 1,8 a 8,1m, sendo o menor valor registrado na estação 1, no mês de dez/02, e o maior, na estação 2, no mês de maio/02. Já na preamar, os valores oscilaram de 2,8 a 9,7m, com o mínimo ocorrendo na estação 1 e o máximo, na estação 2, ambos no mês de dez/02 (Fig. 6).

Na estação 1, durante a baixa-mar, a profundidade mínima foi de 1,8m, no mês de dez/02, e a máxima, de 2,3m, no mês de out/02. Em preamar, a mínima foi de 2,8m, no mês de dez/02, e a máxima, de 4,0m, no mês de jun/02. A amplitude, na baixa-mar e na preamar foi, respectivamente, de 0,5 e 1,2m (Apêndice C).

Em relação à estação 2, os valores de profundidade durante a baixa-mar variaram de 5,8 a 8,1m, registrados, respectivamente, nos meses de jul/02 e maio/02, com amplitude de 2,3m. Em preamar, foi registrada profundidade mínima de 7,1m, em jul/02, e máxima de 9,7m, em dez/02. A amplitude para este regime de maré foi de 2,6m (Apêndice D).

Na estação 3, durante a baixa-mar, a profundidade mínima foi de 4,5m, registrada nos meses de out/02 e nov/02, e a máxima, de 5,6m, no mês de maio/02. Em preamar, a mínima foi de 6,3m, no mês de dez/02, e a máxima, de 7,2m, em jul/02. A amplitude, na baixa-mar e na preamar foi, respectivamente, de 0,8 e 0,9m (Apêndice E).

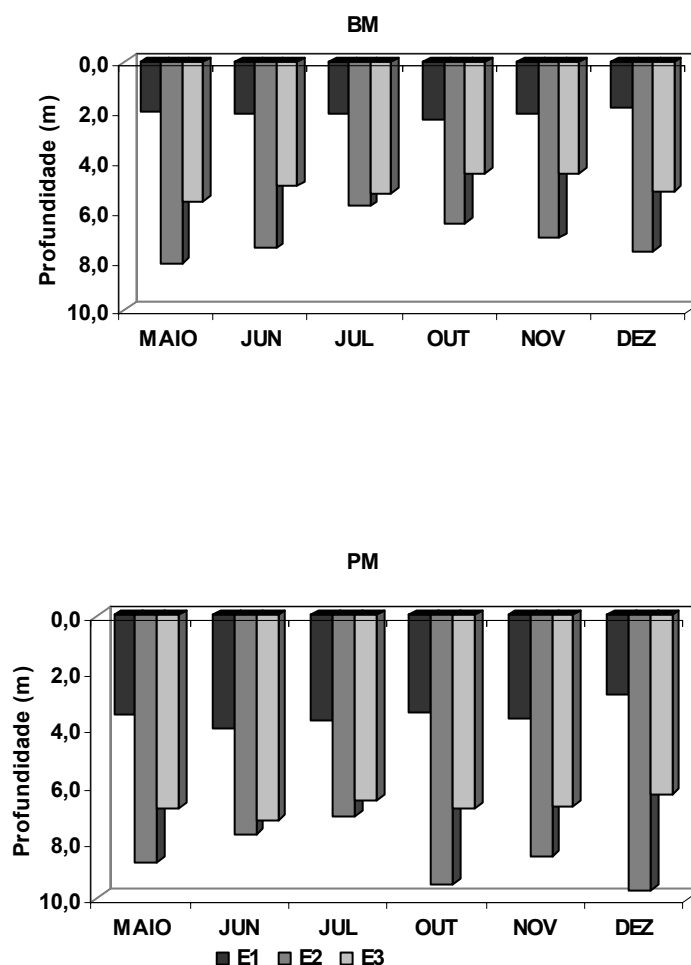


Figura 6. Variação sazonal da profundidade (m) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out, nov. e dez./02). E= Estação; BM= Baixa-mar, PM= Preamar.

4.2.3. Temperatura da água (°C)

O valor médio da temperatura da água registrado durante o período de estudo foi de 27,4°C, com uma amplitude térmica da ordem de 5°C. A temperatura mínima foi de 24,5°C na superfície, em jul./02, na baixa-mar, enquanto a máxima foi de 29,5°C na profundidade máxima, durante a baixa-mar, e na superfície, durante a preamar, no mês de dez/02, todas na estação 1 (Fig. 7).

Os valores de temperatura registrados em baixa-mar variaram entre 24,5 e 29,5°C, com os valores mínimo e máximo obtidos, respectivamente, nos meses de jul/02 e dez/02, ambos na estação 1, sendo o valor mínimo obtido na superfície e o máximo, na camada profunda. Em preamar, os valores variaram de 25,8 a 29,5°C, sendo o valor mínimo obtido na camada de profundidade máxima, na estação 3, no mês de jul/02, e o valor máximo, na estação 1, na superfície, no mês de dez/02.

Analisando-se a figura 7, observa-se que os valores obtidos com a leitura da temperatura da água mostraram uma discreta variação sazonal, onde os valores mais baixos foram registrados nos meses de jun/02 e jul/02 (período chuvoso) e os mais elevados, entre os meses de out/02 a dez/02 (período de estiagem).

Com relação à variação espacial, houve uma discreta variação nos valores médios entre as três estações; este padrão foi evidenciado também no sentido superfície/fundo, indicando não haver estratificação térmica (Fig. 7).

Os valores de temperatura da água na estação 1, durante a baixa-mar, variaram de 24,5°C, registrados na superfície, no mês de jul/02, a 29,5°C, registrados na camada de profundidade máxima, no mês de dez/02. Em preamar, o valor mínimo foi de 25,9°C e o máximo, de 29,5°C, ambos na camada superficial, sendo o valor mínimo registrado no mês de jun/02 e o máximo, no mês de dez/02. A média nesta estação, durante a baixa-mar, foi de 26,7 e 26,9°C, respectivamente, na camada superficial e de profundidade máxima. Quanto à preamar, a média foi de 28,0°C na camada superficial e de 27,7°C na camada de profundidade máxima (Fig. 7, Apêndice C).

Na estação 2, durante a baixa-mar, os valores de temperatura da água variaram de 25,2°C, registrados no mês de jun/02, tanto na superfície como na camada de profundidade máxima, a 29,1°C, registrados na camada de profundidade máxima no mês de dez/02. Em preamar, o valor mínimo foi de 26,2°C e o máximo, de 29,1°C, sendo o menor valor registrado na camada de profundidade máxima, no mês de jul/02, e o maior, na superfície, no mês de dez/02. A média nesta estação, durante a baixa-mar, foi de 27,3 e 27,1°C, respectivamente, na camada superficial e de profundidade máxima. Quanto à preamar, a média foi de 28,0°C na camada superficial e de 27,6°C na camada de profundidade máxima (Fig. 7, Apêndice D).

Para a estação 3, os valores de temperatura da água, durante a baixa-mar, variaram de 24,9°C, registrados na superfície no mês de jun/02, a 28,8°C, registrados na camada de profundidade máxima no mês de dez/02. Em preamar, o valor mínimo foi de 25,8°C e o máximo, de 28,5°C, sendo o valor mínimo registrado no mês de jul/02, na camada de profundidade máxima, e o máximo, no mês de maio/02, na camada superficial. A média nesta estação, durante a baixa-mar, foi de 27,1°C tanto na camada superficial como na de profundidade máxima. Quanto à preamar, a média foi de 27,6°C na camada superficial e de 27,1°C na camada de profundidade máxima (Fig. 7, Apêndice E).

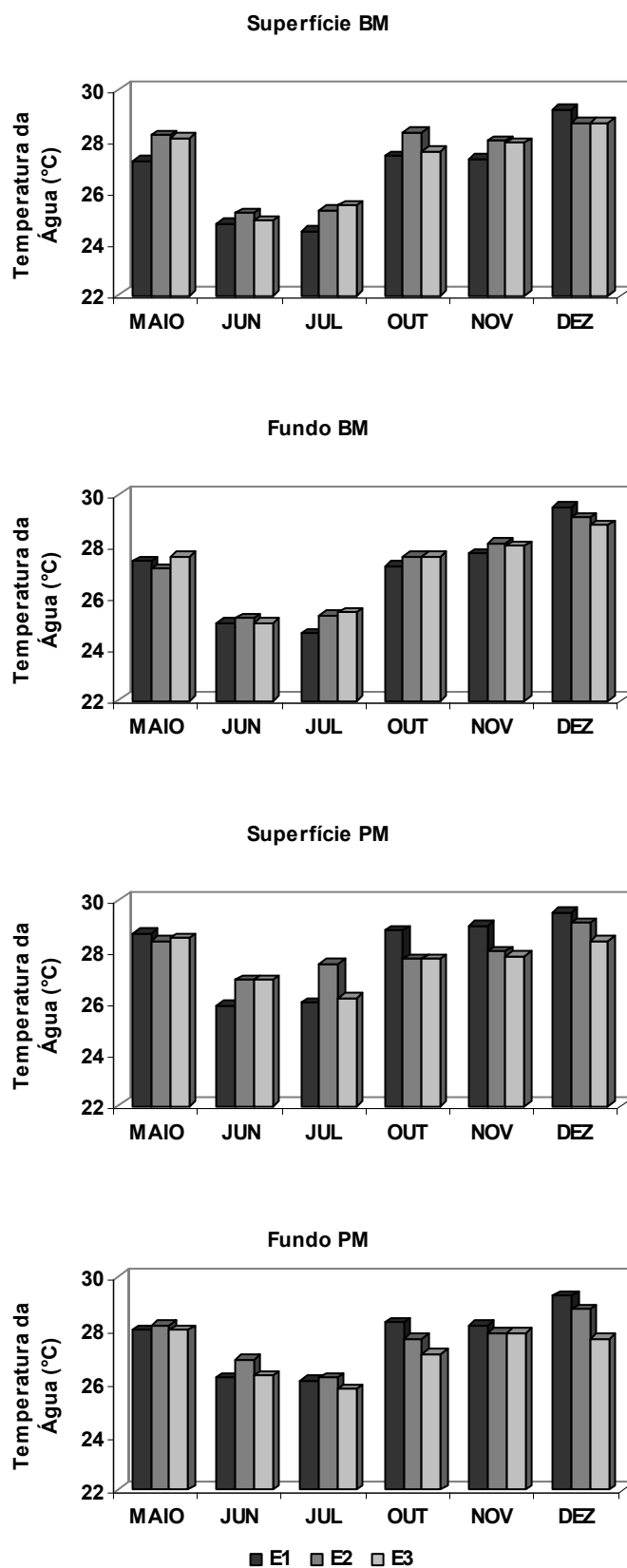


Figura 7. Variação sazonal da temperatura da água (°C) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.4. Transparência da Água (m) e Coeficiente de Extinção da Luz (k)

Os valores de transparência da água resultantes das leituras do disco de Secchi, registrados na área estudada, variaram de 0,25 a 3,67m. O valor mínimo foi aferido no mês de jun/02, durante a baixa-mar, na estação 1, e o máximo, no mês de out/02, durante a preamar, na estação 3. A amplitude, portanto, foi de 3,42m e a média, de 1,60m.

Em relação às marés, durante as baixa-mares, os valores variaram de 0,25 a 2,75m. O menor valor foi registrado no mês de jun/02, na estação 1, e o maior, no mês de dez/02, na estação 3. Em preamar, os valores oscilaram entre 0,90 e 3,67m, sendo os valores mínimo e máximo registrados, respectivamente, nos meses de jun/02, na estação 1, e out/02, na estação 3. Calculando-se os coeficientes de extinção de luz obteve-se, respectivamente: 6,8; 0,61; 1,88 e 0,46 (Fig. 8, Apêndices C e E).

Sazonalmente, foi observado que no período chuvoso (maio, jun e jul/02) os valores de transparência da água foram, de uma forma geral, menores que os registrados durante o período de estiagem (out, nov e dez/02). Isto foi observado mais nitidamente nas três estações, durante a baixa-mar, e na estação 1, durante a preamar (Fig. 8).

Na estação 1, no regime de baixa-mar, foi registrado um valor mínimo de transparência da água de 0,25m, observado no mês de jun/02, e um máximo de 1,20m, registrado nos meses de nov e dez/02, com valor médio de 0,98m. Em preamar, os valores mínimo e máximo foram, respectivamente, de 0,90 e 1,90m, sendo o valor mínimo observado no mês de jun/02 e o máximo, no mês de dez/02. A média durante a preamar foi de 1,42m. Os respectivos coeficientes de extinção da luz foram 6,80; 1,41; 1,88 e 0,89 (Fig. 8, Apêndice C).

Na estação 2, os valores da transparência da água, durante a baixa-mar, variaram de 0,50 a 1,94m, sendo o valor mínimo registrado em jun/02 e o máximo, em out/02. A média para esta estação, em baixa-mar, foi de 1,48m. Em preamar, os valores oscilaram de 1,30 a 2,69m, observados, respectivamente, nos meses de dez/02 e out/02, com média de 2,12m. Os coeficientes de extinção de luz para os respectivos valores foram: 3,40; 0,87; 1,30 e 0,63 (Fig. 8, Apêndice D).

Na estação 3, a transparência da água durante a baixa-mar variou de 0,60 a 2,75m, sendo o valor mínimo registrado em jun/02 e o máximo, em dez/02. A média, na baixa-mar, foi de 1,68m. Em preamar, o mínimo foi de 2,0m, observado em nov/02 e o máximo, de 3,67m, registrado em out/02, com média de 2,66m. Os coeficientes de extinção de luz, correspondentes ao valor de cada leitura, foram, respectivamente: 2,83; 0,61; 0,85 e 0,46 (Fig. 8 Apêndice E).

Comparando-se a transparência da água nas três estações de coleta, verificou-se que a estação 1 foi a que apresentou menor transparência, seguida das estações 2 e 3.

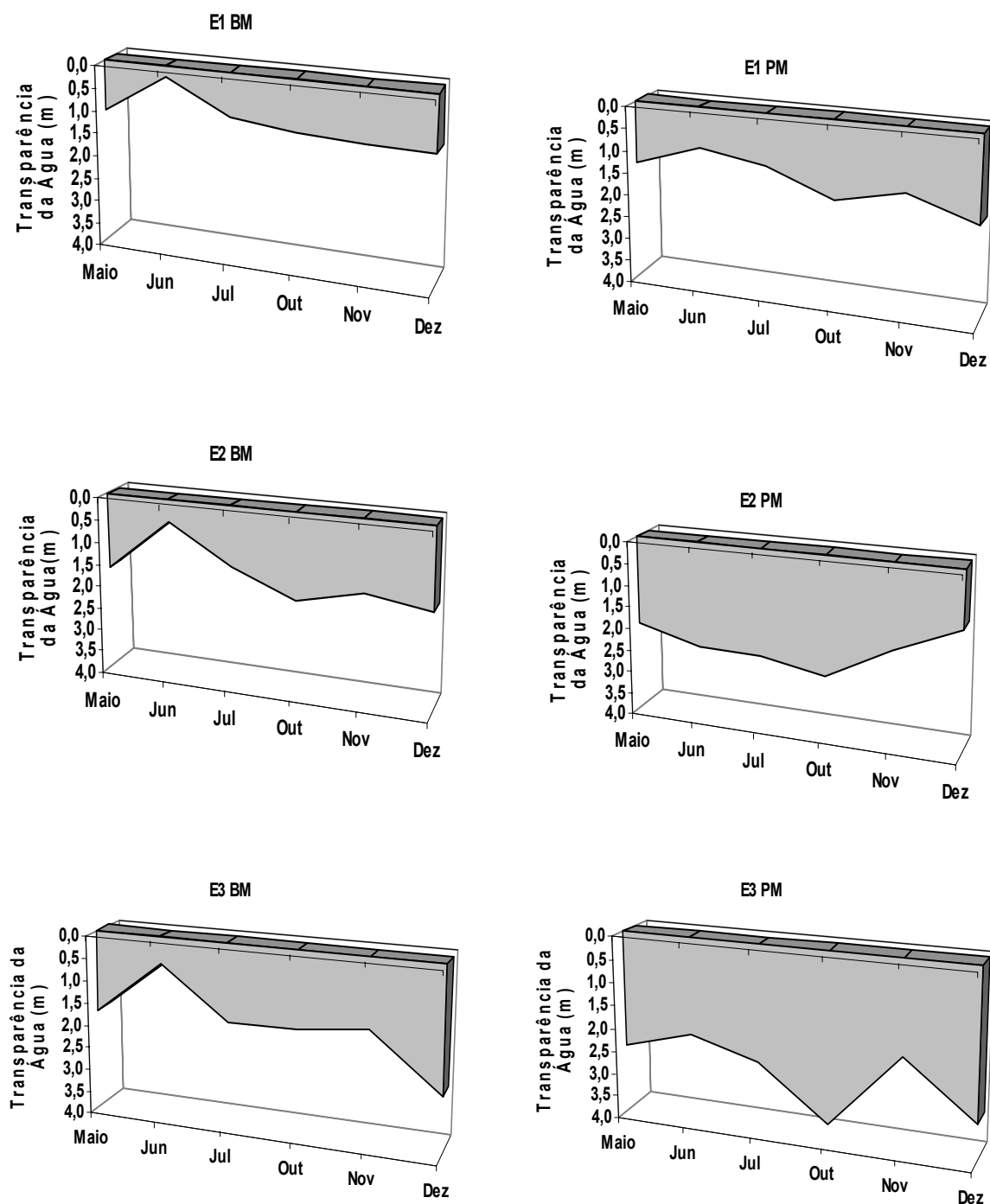


Figura 8. Variação sazonal da transparência da água (disco de Secchi) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out, nov. e dez./02). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.5. Salinidade

O teor médio de salinidade da água registrado foi de 27,26, com uma amplitude da ordem de 34,97. A salinidade mínima foi de 1,33 na estação 1, na superfície, no mês de jun/02, durante a baixa-mar, enquanto a máxima foi de 36,30, registrada na estação 3, na superfície, durante a preamar, no mês de dez/02 (Fig. 9).

Os teores registrados em baixa-mar variaram entre 1,33 e 33,70, com os valores mínimo e máximo obtidos, respectivamente, nos meses de jun/02 e dez/02, sendo o valor mínimo obtido na superfície da estação 1 e o máximo, na camada profunda da estação 3. Neste regime de maré, a estação 1 foi a que apresentou maiores oscilações de salinidade entre superfície e fundo, principalmente durante o período chuvoso. Em preamar, os valores variaram de 13,90 a 36,30, sendo o mínimo obtido na camada superficial da estação 1, no mês de jun/02, e o máximo, na estação 3, na camada superficial, no mês de dez/02. Para este regime de maré, à exceção da estação 1, que nos meses de jun/02 e jul/02 (período chuvoso), apresentou uma discreta estratificação, observou-se uma certa homogeneidade da salinidade, não sendo observada estratificação vertical (Fig. 9).

Analisando-se a figura 9, observa-se que os valores obtidos com a leitura da salinidade mostraram uma nítida variação sazonal, em que os valores mais baixos foram registrados nos meses de jun/02 e jul/02 (período chuvoso) e os mais elevados, entre os meses de out a dez/02 (período de estiagem).

Com relação à variação espacial, observou-se um gradiente decrescente da salinidade da estação 3 para a estação 1, tanto na camada superficial como na de profundidade máxima, em ambos os regimes de marés (Fig. 9).

Na estação 1, os teores de salinidade registrados durante a baixa-mar apresentaram uma média de 17,76 e uma amplitude de 26,37. O menor valor foi 1,33, observado na camada superficial, no mês de jun/02, enquanto o maior foi de 27,70, registrado na camada de profundidade máxima, no mês de dez/02. Em preamar, a média foi de 26,92, com uma amplitude de 20,60. Os teores mínimo e máximo para este regime de maré foram, respectivamente, 13,90, registrado na camada superficial, em jun/02, e 34,50, na camada de profundidade máxima em dez/02 (Fig. 9, Apêndice C).

Na estação 2, os teores de salinidade registrados durante a baixa-mar apresentaram uma média de 25,68 e uma amplitude de 22,90. O menor valor foi de 10,70, observado na camada superficial, no mês de jun/02, enquanto o maior foi de 33,60, registrado na camada de profundidade máxima, no mês de dez/02. Em preamar, a média foi de 32,56, com uma

amplitude de 9,80. Os teores mínimo e máximo para este regime de maré foram, respectivamente, 26,30, registrado na camada superficial, em jul/02, e 36,10, na camada superficial e de profundidade máxima, em dez/02 (Fig. 9, Apêndice D).

Para a estação 3, os teores de salinidade registrados durante a baixa-mar apresentaram uma média de 27,03 e uma amplitude de 19,30. O menor valor foi de 14,40, observado na camada superficial, no mês de jun/02, enquanto o maior foi de 33,70, registrado na camada de profundidade máxima, durante o mês de dez/02. Em preamar, a média foi de 33,65, com uma amplitude de 7,40. Os teores mínimo e máximo para este regime de maré foram, respectivamente, 28,90, registrado em jun/02, e 36,30, em dez/02, ambos na camada superficial (Fig. 9, Apêndice E).

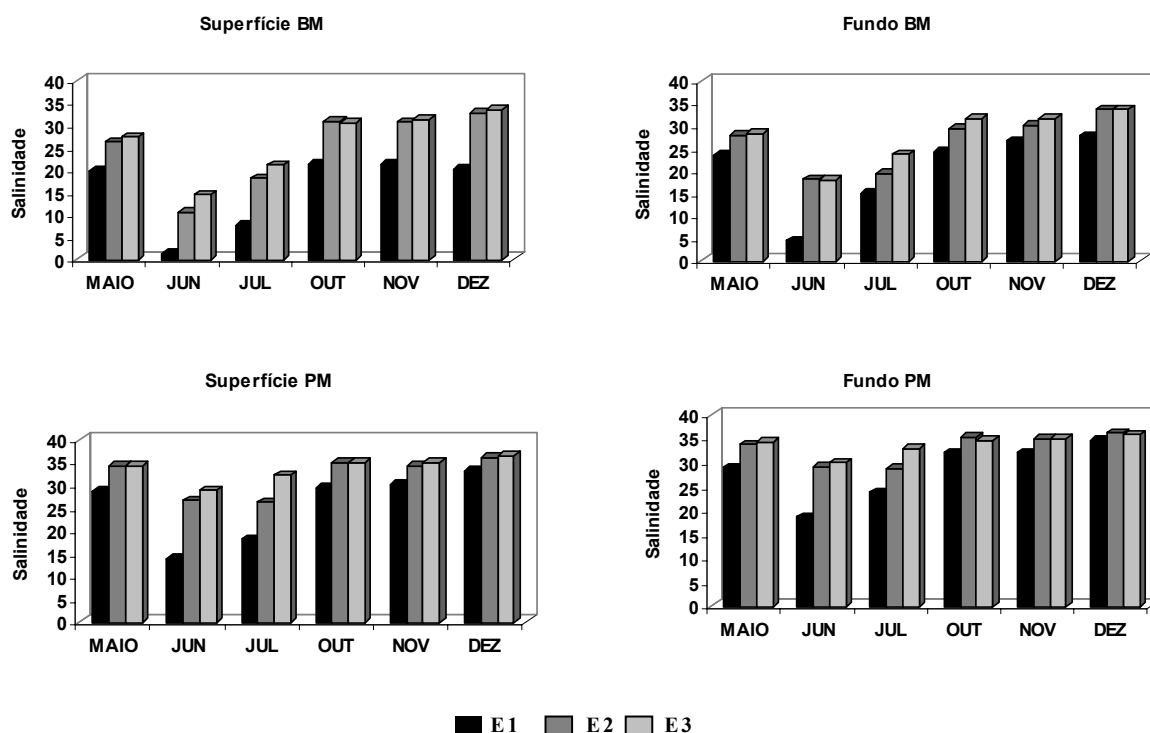


Figura 9. Variação sazonal da salinidade da água do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out, nov. e dez./02). E= Estação; BM= Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.6. Oxigênio dissolvido (ml.l^{-1})

As concentrações de oxigênio dissolvido, durante o período estudado, variaram de 2,92 a $6,25\text{ml.l}^{-1}$, sendo o menor valor registrado no mês de maio/02, durante a baixa-mar, e o maior, no mês de jul/02, durante a preamar, ambos na estação 2. A amplitude foi de $3,33\text{ml.l}^{-1}$ e a média de $4,42\text{ml.l}^{-1}$.

Em relação às marés, os valores mínimo e máximo obtidos na baixa-mar foram, respectivamente, de $2,92\text{ml.l}^{-1}$, registrado na estação 2, no mês de maio/02, e de $4,78\text{ml.l}^{-1}$,

observado na estação 3, no mês de nov/02. Já para a preamar, os valores mínimo e máximo foram $3,67\text{ml.l}^{-1}$, na estação 1, no mês de maio/02, e $6,25\text{ ml.l}^{-1}$, na estação 2, no mês de jul/02 (Fig. 10).

Analisando-se a figura 10, observa-se que houve uma discreta variação sazonal, com valores mais elevados no período de estiagem, com exceção do mês de dez/02. Em preamar, não se observou um padrão sazonal definido, ocorrendo oscilação ao longo dos dois períodos.

A variação espacial mostrou que as estações 2 e 3, por receberem maior influência marinha, no geral, apresentaram teores de oxigênio mais elevados que a estação 1, exceto no mês de maio/02, em que o teor de oxigênio da estação 1 foi maior que o da estação 2, e em dez/02, em que o teor de oxigênio da estação 1 sobrepujou o das outras, ambos na baixa-mar (Fig. 10).

Na estação 1, o teor de oxigênio dissolvido na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de $3,65\text{ml.l}^{-1}$, com valores máximo e mínimo de $4,15\text{ml.l}^{-1}$, em nov/02, e de $3,02\text{ml.l}^{-1}$, em maio/02 e jul/02. Na preamar, a média registrada foi de $4,32\text{ml.l}^{-1}$, com valores máximo e mínimo de $5,12\text{ml.l}^{-1}$, em nov/02, e $3,67\text{ ml.l}^{-1}$, em maio/02 (Apêndice C).

Na estação 2, a concentração de oxigênio dissolvido na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de $3,62\text{ml.l}^{-1}$. A menor concentração foi de $2,92\text{ml.l}^{-1}$, registrada no mês de maio/02, e a maior, de $4,35\text{ml.l}^{-1}$, registrada em out/02. Em relação à preamar, a média obtida foi de $5,48\text{ ml.l}^{-1}$, com concentração máxima e mínima de $6,25\text{ ml.l}^{-1}$, em jul/02, e de $4,63\text{ ml.l}^{-1}$, em dez/02, respectivamente (Apêndice D).

Na estação 3, o teor de oxigênio dissolvido na água teve uma concentração média de $4,00\text{ml.l}^{-1}$. O menor valor foi de $3,16\text{ml.l}^{-1}$, registrado em dez/02, e o maior, de $4,78\text{ml.l}^{-1}$, observado em nov/02 durante a baixa-mar. Em relação à preamar, a média foi de $5,43\text{ ml.l}^{-1}$, com teores máximo e mínimo de $6,12\text{ml.l}^{-1}$, em nov/02, e de $4,74\text{ml.l}^{-1}$, em dez/02, respectivamente (Apêndice E).

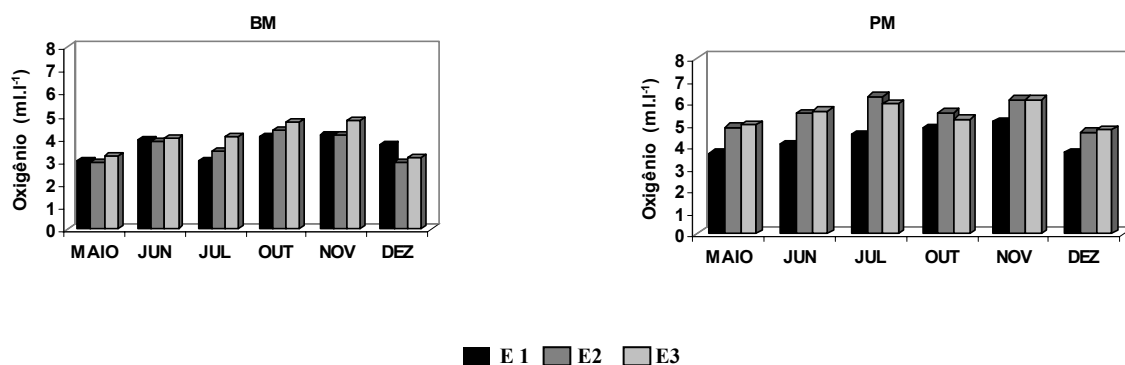


Figura 10. Variação sazonal do teor de oxigênio dissolvido (ml.l^{-1}) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out, nov. e dez./02). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.7. Taxa de Saturação de Oxigênio (%)

A taxa de saturação de oxigênio variou de 54,20 a 135,70%. A mínima foi registrada na estação 1, na baixa-mar, em jul/02, e a máxima, na estação 3, durante a preamar, em nov/02. A média geral foi de 93,41% e a amplitude de 81,50% (Fig. 11).

Em relação às marés, os valores mínimo e máximo obtidos durante a baixa-mar foram, respectivamente, de 54,20%, registrado na estação 1, no mês de jul/02, e de 105,68%, observado na estação 3, no mês de out/02, com média de 76,96%. Já para a preamar, os valores mínimo e máximo foram 78%, na estação 1, no mês de jun/02, e 135,70%, na estação 3, no mês de nov/02, com média de 109,87% (Fig. 11).

Analisando-se a figura 11, observa-se que na baixa-mar há uma tendência à sazonalidade, com valores mais baixos durante o período chuvoso e mais altos no período de estiagem, com exceção do mês de dez/02, em que as taxas de oxigênio dissolvido foram semelhantes àsquelas registradas no período chuvoso. Em relação à preamar, não foi observado um padrão sazonal, sendo verificada uma oscilação ao longo dos dois períodos.

A variação espacial mostrou que, no geral, ocorreu um gradiente decrescente da taxa de saturação de oxigênio da estação 3 para a estação 1, sendo este gradiente mais evidente durante a baixa-mar, à exceção do mês de dez/02 em que a taxa de saturação do oxigênio da estação 1 foi maior do que a das outras estações (Fig. 11).

Na estação 1, a taxa de saturação de oxigênio na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 71,27%, com valores mínimo e máximo de 54,20%, em jul/02, e de 84,20%, no mês de nov/02. Na preamar, a média registrada foi de 91,22%, com valores mínimo e máximo de 78,00%, em jun/02, e de 112,53%, em nov/02 (Fig. 11, Apêndice C).

Na estação 2, a taxa de saturação de oxigênio na água, durante a baixa-mar, teve uma concentração média de 75,35%. A menor concentração foi de 62,00%, registrada no mês de maio/02, e a maior foi de 95,60%, registrada em out/02. Em relação à preamar, a média obtida foi de 119,52%, com concentração máxima e mínima de 135,40%, em nov/02, e de 105,23%, em dez/02, respectivamente (Fig. 11, Apêndice D).

Na estação 3, a taxa de saturação de oxigênio na água teve uma concentração média de 84,26%, sendo o menor valor de 69,30%, registrado em maio/02, e o maior, de 105,68%, observado em out/02, durante a baixa-mar. Em relação à preamar, a média foi de 118,86%, com saturações mínima e máxima de 107,00%, em dez/02, e de 135,70%, em nov/02, respectivamente (Fig. 11, Apêndice E).

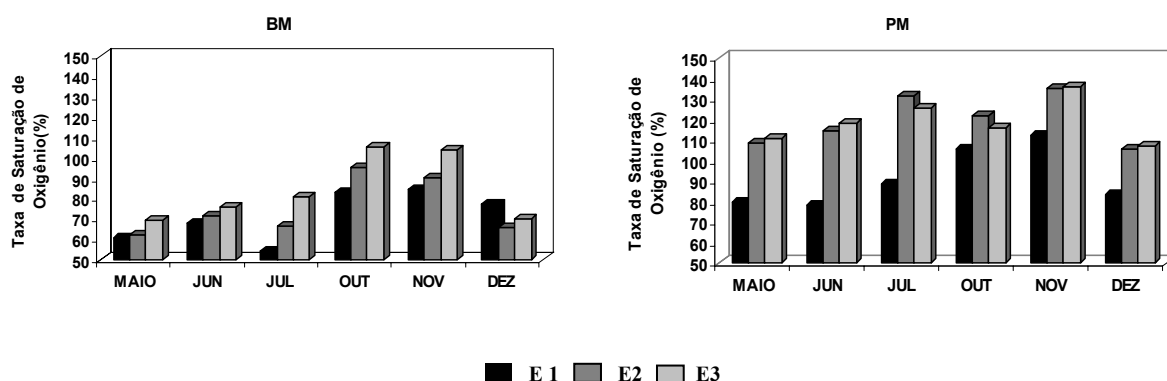


Figura 11. Variação sazonal da taxa de saturação de oxigênio (%), no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out, nov. e dez./02). E= Estação; BM = Baixa-mar; PM= Preamar.

4.2.8. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores do pH, na sua grande maioria alcalinos, estiveram variando de um mínimo de 7,05, registrado na estação 1, em jun/02, durante a baixa-mar, a 8,88, na estação 3, durante a preamar, no mês de jul/02. A média para o período foi de 8,01, com uma amplitude de 1,75.

Analisando a figura 12, observa-se, em relação às marés, que os valores registrados nas preamares foram ligeiramente mais elevados que aqueles obtidos nas baixa-mares, o que indica uma maior influência de águas marinhas provenientes do fluxo de maré para o interior do estuário. Os valores mínimo e máximo obtidos durante a baixa-mar foram, respectivamente, de 7,05 na estação 1, no mês de jun/02, e de 8,46, na estação 3, no mês de jul/02, com média de 7,85 e amplitude de 1,41. Já para a preamar, os valores mínimo e máximo foram 7,57, na estação 1, no mês de jun/02, e 8,88, na estação 3, no mês de jul/02, com média de 8,18 e amplitude de 1,31.

Sazonalmente não houve grandes variações, sendo observada apenas uma pequena diminuição dos valores em jun/02, na baixa-mar.

Analisando a figura 12, observa-se que, de uma forma geral, especialmente os valores do pH decrescem da estação 3 para a 1, com exceção do mês de out/02, durante a baixa-mar, e de nov/02, na preamar.

Na estação 1, o pH da água durante a baixa-mar apresentou um valor médio de 7,75, com índices mínimo e máximo de 7,05, registrado no mês de jun/02, e de 8,05, no mês de nov/02. Em preamar, a média foi de 7,99, e os valores mínimo e máximo foram 7,57, no mês de jun/02, e 8,34, em jul/02 (Fig. 12, Apêndice C).

Na estação 2, o valor médio do pH da água durante a baixa-mar foi de 7,83, sendo o menor valor de 7,41, registrado no mês de jun/02, e o maior, de 8,29, no mês de dez/02. Em preamar, a média foi de 8,25, com valores mínimo e máximo de 8,11, em maio/02, e de 8,70, em jul/02 (Fig. 12, Apêndice D).

Na estação 3, o valor médio do pH da água durante a baixa-mar foi de 7,98, sendo o menor valor de 7,65, registrado no mês de jun/02, e o maior, de 8,46, no mês de jul/02. Em preamar, a média foi de 8,30, com valores mínimo e máximo de 8,00, em nov/02 e de 8,88, em jul/02 (Fig. 12, Apêndice E).

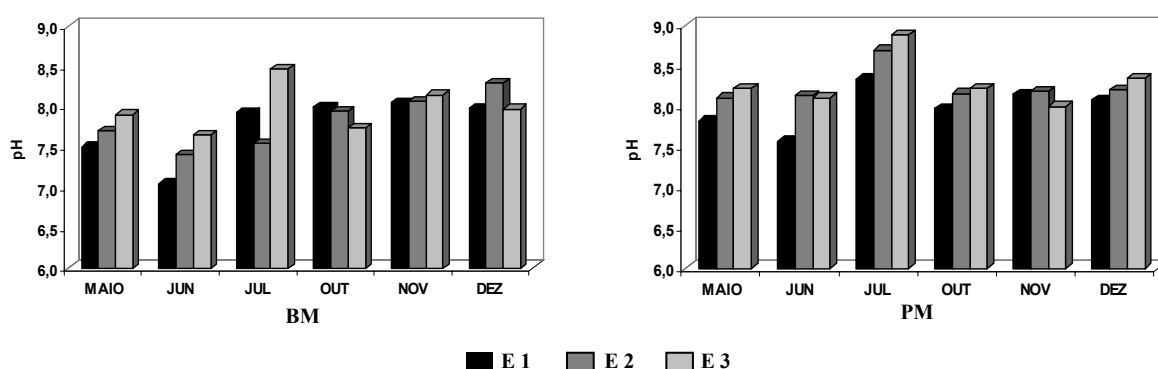


Figura 12. Variação sazonal do pH no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.9. Sais Nutrientes

4.2.9.1. Nitrito (NO_2^- -N)

As concentrações de nitrito-N variaram desde valores indetectáveis a $0,48\mu\text{mol.l}^{-1}$, sendo o primeiro deles registrado: na estação 1, em nov/02, durante a baixa-mar; na estação 2, em out e dez/02, na preamar; e na estação 3, em nov/02, na baixa-mar e em dez/02, na preamar; já o teor máximo foi registrado na estação 1, em jun/02, durante a preamar. A concentração média para o período foi de $0,14\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados nas baixa-mares foram, no geral, mais elevados que aqueles obtidos nas preamares. Os teores durante a baixa-mar variaram de valores indetectáveis a $0,43\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $0,19\mu\text{mol.l}^{-1}$. Já para a preamar, as concentrações variaram de valores indetectáveis a $0,48\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $0,10\mu\text{mol.l}^{-1}$ (Fig. 13).

No que diz respeito à variação sazonal, foi possível observar um padrão nítido de sazonalidade do nitrito, estando ele mais concentrado no período de maior precipitação

pluviométrica (jun e jul/02). Este padrão, embora tenha sido observado nas duas marés, foi mais evidenciado na baixa-mar (Fig. 13).

Analisando a figura 13, observa-se, de forma geral, que espacialmente as concentrações do nitrito durante a baixa-mar foram maiores na estação 2, seguidas das estações 1 e 3. Em preamar, as maiores concentrações foram registradas na estação 1, seguida das estações 3 e 2.

Na estação 1, a concentração de nitrito durante a baixa-mar apresentou um valor médio de $0,18\mu\text{mol.l}^{-1}$, variando de valores indetectáveis, em nov/02, a um máximo de $0,35\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02. Em preamar, a média foi de $0,17\mu\text{mol.l}^{-1}$ e os teores mínimo e máximo foram, respectivamente, $0,02\mu\text{mol.l}^{-1}$, no mês de out/02, e $0,48$, em jun/02 (Fig. 13, Apêndice C).

Na estação 2, o teor médio do nitrito durante a baixa-mar foi de $0,22\mu\text{mol.l}^{-1}$, sendo a menor concentração, de $0,02\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrada no mês de dez/02 e a maior, de $0,43\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02. Em preamar, a média foi de $0,04\mu\text{mol.l}^{-1}$, com valores variando de indetectáveis, nos meses de out/02 e dez/02, a um máximo de $0,16\mu\text{mol.l}^{-1}$ em jun/02 (Fig. 13, Apêndice D).

Na estação 3, o valor médio durante a baixa-mar foi de $0,16\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores variando de indetectáveis, em nov/02, a $0,41\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02. Em preamar, a média foi de $0,09\mu\text{mol.l}^{-1}$, com concentrações variando de indetectáveis, em dez/02, a $0,21\mu\text{mol.l}^{-1}$, em nov/02 (Fig. 13, Apêndice E).

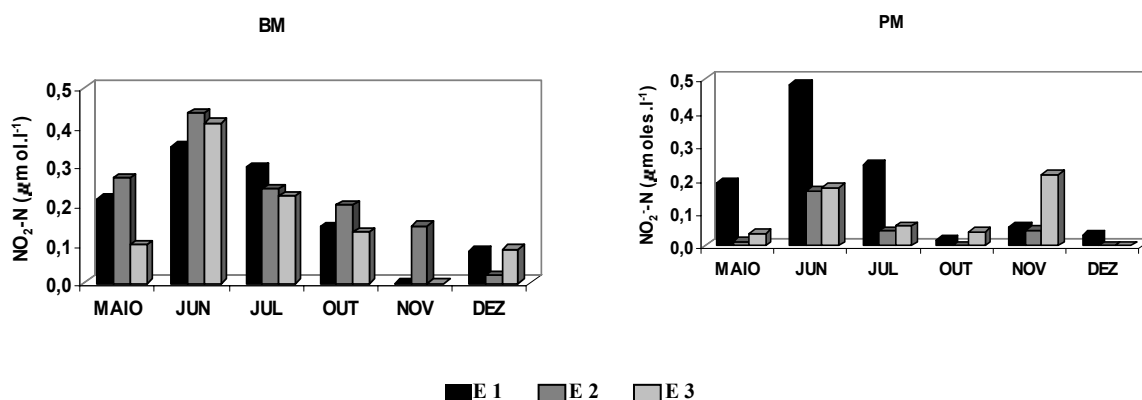


Figura 13. Variação sazonal do nitrito-N ($\mu\text{mol.l}^{-1}$), no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun., jul/02) e de estiagem (out., nov e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.9.2. Nitrato (NO_3^- -N)

As concentrações de nitrato-N variaram desde valores indetectáveis a $6,30\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrados, respectivamente, na estação 3, no mês de dez/02, durante a preamar, e na estação 2, em jun/02, na baixa-mar. A concentração média foi de $0,15\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados nas baixa-mares foram, no geral, mais elevados que aqueles obtidos nas preamars. Os teores durante a baixa-mar variaram de 0,01 a $6,30\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $1,33\mu\text{mol.l}^{-1}$. Já para a preamar, as concentrações variaram de valores indetectáveis a $3,53\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $0,96\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Analisando-se a figura 14, observa-se uma nítida variação sazonal, em que os teores mais elevados foram registrados durante o período chuvoso e os mais baixos, no período de estiagem, em ambos os regimes de marés.

Espacialmente, observou-se que durante as baixa-mares ocorreram oscilações nas concentrações de nitrato entre as estações. No entanto, a média das concentrações para este regime de maré foi maior na estação 2, seguida das estações 3 e 1. Em preamar, observou-se que a média dos teores de nitrato decrescem da estação 1 para a estação 3 (Fig. 14).

Na estação 1, a concentração média de nitrato durante a baixa-mar foi de $0,81\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores que variaram de $0,01\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a $2,71\mu\text{mol.l}^{-1}$, em maio/02. Em preamar, a média foi de $1,31\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores que variaram de $0,02\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a $3,53\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02 (Fig. 14, Apêndice C).

Na estação 2, o teor médio do nitrato durante a baixa-mar foi de $1,91\mu\text{mol.l}^{-1}$, sendo a menor concentração, de $0,01\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrada em out/02 e a maior, de $6,30\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02. Em preamar, a média foi de $0,83\mu\text{mol.l}^{-1}$, com valores variando de $0,02\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a $1,98\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02 (Fig. 14, Apêndice D).

Na estação 3, o valor médio durante a baixa-mar foi de $1,28\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores variando de $0,03\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a $3,48\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02. Em preamar, a média foi de $0,74\mu\text{mol.l}^{-1}$, com concentrações variando de indetectáveis, em dez/02, a $2,91\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02 (Fig. 14, Apêndice E).

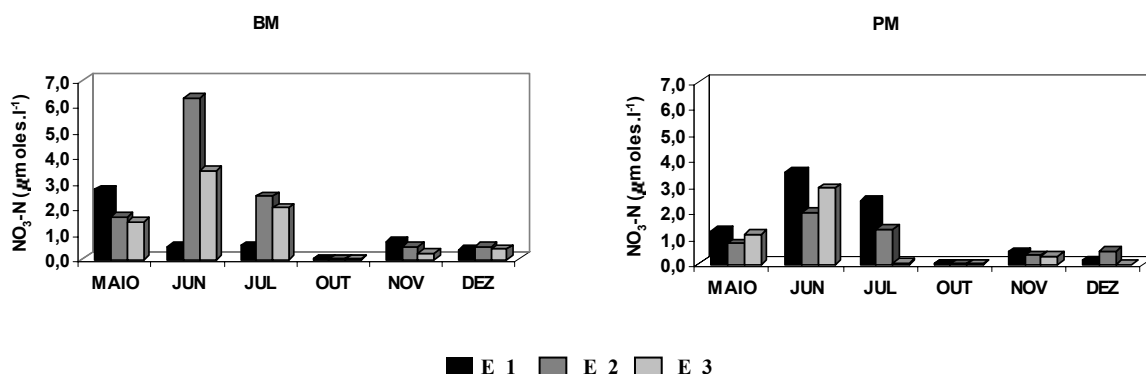


Figura 14. Variação sazonal do nitrato-N ($\mu\text{mol.l}^{-1}$), no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun, jul/02) e de estiagem (out, nov e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.9.3. Fosfato ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)

Os teores de fosfato variaram desde valores indetectáveis a $0,77\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrados, respectivamente, na estação 2, durante a preamar, e na estação 1, na baixa-mar, ambos em nov/02. A concentração média para o período de estudo foi de $0,18\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados nas baixa-mares foram, no geral, mais elevados que aqueles obtidos nas preamares. As concentrações durante as baixa-mares variaram de $0,04$ a $0,77\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $0,22\mu\text{mol.l}^{-1}$. Já para a preamar, as concentrações variaram de valores indetectáveis a $0,32\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $0,14\mu\text{mol.l}^{-1}$ (Fig. 15).

Sazonalmente, foi observado que durante o período chuvoso as concentrações de fosfato foram, no geral, um pouco mais elevadas que aquelas registradas no período seco, tanto na baixa-mar quanto na preamar, evidenciando, dessa forma, uma discreta sazonalidade (Fig. 15).

Espacialmente, foi observado que nas baixa-mares os teores de fosfato foram maiores na estação 1, à exceção dos meses de jul e out/02. Entre as estações 2 e 3 ocorreram oscilações, porém, considerando-se a média das concentrações de fosfato destas duas estações, observa-se que a 2 apresentou maiores teores que a 3. Dessa forma, pôde-se observar que durante a baixa-mar ocorreu um gradiente decrescente de fosfato da estação 1 para a 3. Em preamar, observou-se o inverso, quando os teores de fosfato foram maiores na estação 3, seguidos de oscilações entre as 2 e 1 (Fig. 15).

Na estação 1, a concentração média de fosfato na baixa-mar foi de $0,35\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teor mínimo de $0,13\mu\text{mol.l}^{-1}$ no mês de out/02 e máximo de $0,77\mu\text{mol.l}^{-1}$ em nov/02. Em preamar, a média foi de $0,11\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores que variaram de $0,02\mu\text{mol.l}^{-1}$ em out/02 a $0,24\mu\text{mol.l}^{-1}$ em jun/02 (Fig. 15, Apêndice C).

Na estação 2, o teor médio do fosfato durante a baixa-mar foi de $0,16\mu\text{mol.l}^{-1}$, sendo a menor concentração, de $0,08\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrada no mês de nov/02 e a maior, de $0,23\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jul/02. Em preamar, a média foi de $0,11\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores variando desde valores indetectáveis, em nov/02, a $0,21\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02 (Fig. 15, Apêndice D).

Na estação 3, o valor médio na baixa-mar foi de $0,15\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores variando de $0,04\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a $0,31\mu\text{mol.l}^{-1}$, em dez/02. Em preamar, a média foi de $0,19\mu\text{mol.l}^{-1}$ e as concentrações variaram de $0,12\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out e nov/02, a $0,32\mu\text{mol.l}^{-1}$ em dez/02 (Fig. 15, Apêndice E).

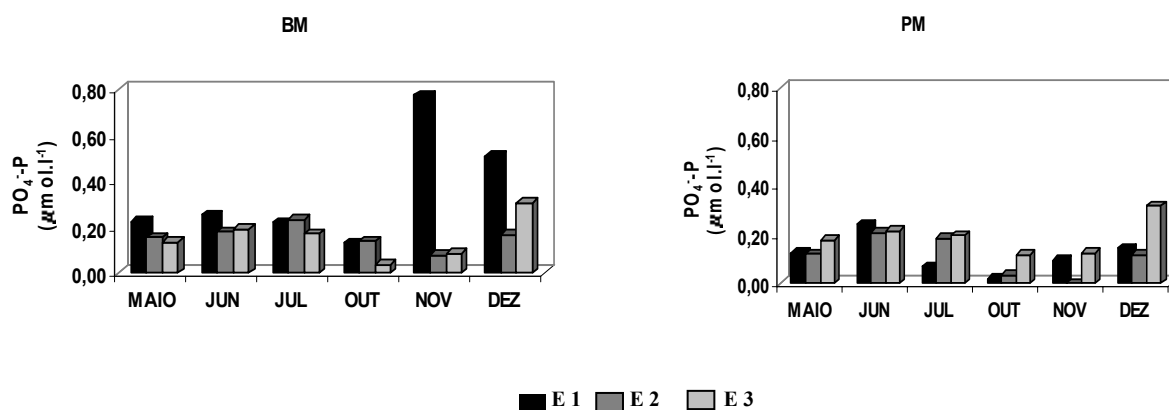


Figura 15. Variação sazonal do fosfato -P ($\mu\text{mol.l}^{-1}$), no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e a preamar no período chuvoso (maio, jun., jul/02) e de estiagem (out., nov e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.2.9.4. Silicato (SiO_2^- - Si)

Os teores de silicato variaram de um mínimo de $7,14\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrado em out/02, na estação 2, em preamar, a um máximo de $75,63\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, na estação 3, durante a baixa-mar. A concentração média para o período de estudo foi de $32,92\mu\text{mol.l}^{-1}$, com uma amplitude de $68,49\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Em relação às marés, observou-se que os valores registrados nas baixa-mares foram, no geral, mais elevados que aqueles obtidos nas preamares. As concentrações durante as baixa-mares variaram de $21,57$ a $75,63\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $41,97\mu\text{mol.l}^{-1}$. Já para a preamar, as concentrações variaram de $7,14$ a $52,98\mu\text{mol.l}^{-1}$, com média de $23,88\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Com relação à sazonalidade, observou-se que na baixa-mar a média das concentrações de silicato esteve mais elevada no período de menor precipitação (período de estiagem) e menos concentrada no período chuvoso. Já na preamar, observou-se o inverso (Fig. 16).

Analisando-se a figura 16, observa-se que na baixa-mar houve uma nítida espacialidade com concentrações decrescendo da estação 3 para a estação 1, à exceção dos meses de maio e nov/02. Em preamar, também se observou uma espacialidade com os maiores teores na estação 1, seguida das estações 3 e 2.

Na estação 1, a concentração média dos teores de silicato durante a baixa-mar foi de $38,26\mu\text{mol.l}^{-1}$, com o teor mínimo de $21,57\mu\text{mol.l}^{-1}$, no mês de out/02 e o máximo, de $59,18\mu\text{mol.l}^{-1}$, em nov/02. Para a preamar, a média foi de $31,37\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores que variaram de $19,17\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a $52,98\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jul/02 (Fig. 16, Apêndice C).

Para a estação 2, o teor médio do silicato durante a baixa-mar foi de $37,26\mu\text{mol.l}^{-1}$, sendo a menor concentração, de $23,80\mu\text{mol.l}^{-1}$, registrada no mês de out/02 e a maior, de

55,03 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em dez/02. Em preamar, a média foi de 19,46 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores variando de 7,14 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02, a 24,20 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em jun/02 (Fig. 12, Apêndice D).

Na estação 3, o valor médio durante a baixa-mar foi de 50,37 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, com teores variando de 31,87 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em maio/02, a 75,63 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em out/02. Em preamar, a média foi de 20,80 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, com concentrações variando de 11,75 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em maio/02, a 28,73 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em dez/02 (Fig. 16, Apêndice E).

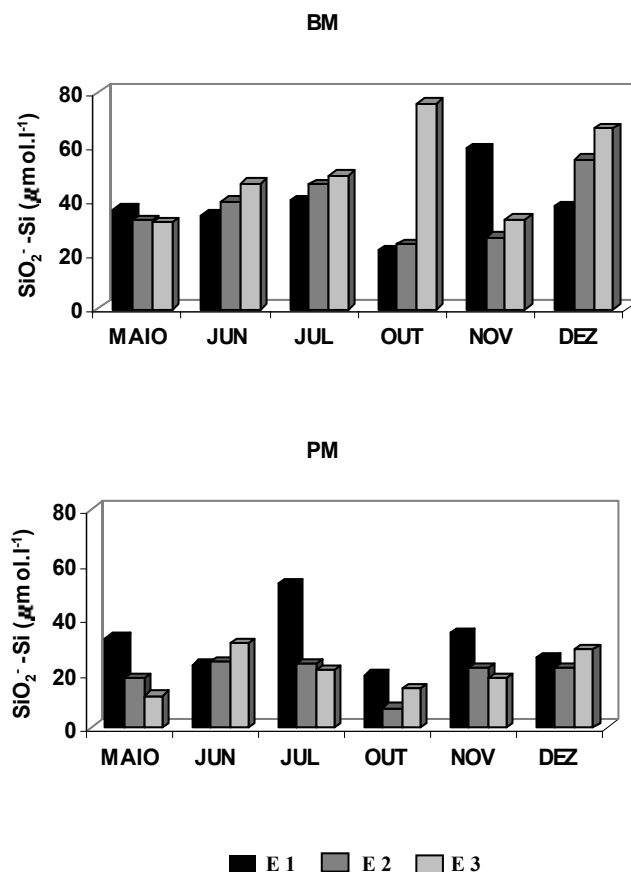


Figura 16. Variação sazonal do silicato – Si ($\mu\text{mol.l}^{-1}$), no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e a preamar no período chuvoso (maio, jun., jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.3. PARÂMETROS BIÓTICOS

4.3.1. Biomassa Fitoplanctônica (Clorofila *a*)

O teor de clorofila *a* apresentou uma amplitude de 66,77 mg.m^{-3} , com os valores oscilando de 2,45 mg.m^{-3} , registrado na estação 3, em dez/02, durante a preamar, a 70,22 mg.m^{-3} , obtido na estação 1, no mês de jun/02, em baixa-mar. A média registrada no período foi de 20,28 mg.m^{-3} (Fig. 17, Apêndice F),

Em relação às mares, a concentração mínima registrada durante a baixa-mar foi de $3,98\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez/02, na estação 2, e a máxima, de $70,22\text{mg.m}^{-3}$, no mês de jun/02, na estação 1. Em preamar, a concentração mínima foi de $2,45\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez/02, e a máxima, de $30,17\text{mg.m}^{-3}$, no mês de nov/02, ambas na estação 3.

Sazonalmente, foi observado que, tanto na baixa-mar quanto na preamar, a média dos teores de clorofila *a* nos meses do período chuvoso foi maior que aquela registrada no período de estiagem, sendo esta sazonalidade mais evidente durante a baixa-mar e discreta na preamar (Fig. 17).

A estação 1 apresentou, durante a baixa-mar, um teor médio de clorofila *a* de $32,54\text{mg.m}^{-3}$. O menor valor foi de $19,73\text{mg.m}^{-3}$, registrado no mês de dez/02, e o maior, de $70,22\text{mg.m}^{-3}$, no mês de jun/02. Em preamar, a média foi de $16,58\text{mg.m}^{-3}$, com concentração mínima de $3,95\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez/02, e máxima de $27,77\text{mg.m}^{-3}$, no mês de out/02.

Na estação 2, a concentração média da clorofila *a* durante a baixa-mar foi de $18,91\text{mg.m}^{-3}$, sendo a mínima, de $3,98\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez/02, e a máxima de $37,79\text{mg.m}^{-3}$, no mês de jun/02. Na preamar, a média foi de $17,21\text{mg.m}^{-3}$, sendo a concentração mínima, de $4,32\text{mg.m}^{-3}$, registrada em dez/02 e a máxima, de $27,15\text{mg.m}^{-3}$, em nov/02.

A estação 3 apresentou, durante a baixa-mar, um teor médio de clorofila *a* de $18,18\text{mg.m}^{-3}$. O menor valor foi de $9,04\text{mg.m}^{-3}$, registrado no mês de maio/02, e o maior $31,85\text{mg.m}^{-3}$, no mês de jun/02. Em preamar, a média foi de $18,26\text{mg.m}^{-3}$, com concentração mínima de $2,45\text{mg.m}^{-3}$, no mês de dez/02, e máxima de $30,17\text{mg.m}^{-3}$, no mês de nov/02.

Diante dos resultados e analisando-se a figura 17, observa-se que houve uma nítida variação espacial, em que os teores de clorofila *a* decrescem da estação 1 para a 3, com exceção dos meses de jul/02 e nov/02 durante a preamar.

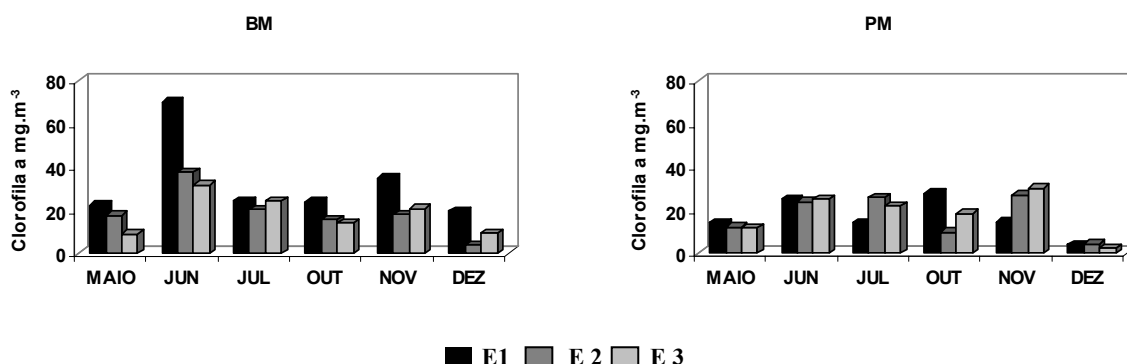


Figura 17. Variação sazonal da biomassa fitoplactônica - clorofila *a* (mg.m^{-3}) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e a preamar no período chuvoso (maio, jun., jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.3.2. Composição Florística

A comunidade microfitoplânctônica esteve representada por 204 táxons infragenéricos (Quadro 1), distribuídos entre as divisões Bacillariophyta (75%), Pyrrophyta (10,79%), Cyanophyta (6,37%), Chlorophyta (3,92%), Euglenophyta (3,43%) e Chrysophyta (0,49%) (Fig. 17).

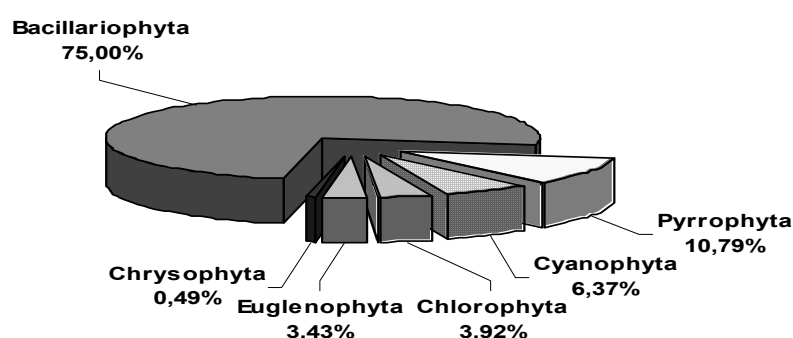


Figura 18. Distribuição percentual do número de táxons identificados no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco.

A divisão **Bacillariophyta** foi a que mais contribuiu para a riqueza florística do microfitoplâncton local, sendo responsável por 75% de todos os táxons identificados, correspondendo a 153 táxons infragenéricos. Seus representantes estiveram incluídos em 3 classes: Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae. A classe Coscinodiscophyceae apresentou o maior número de táxons, distribuídos em 12 ordens, 16 famílias, 28 gêneros e 72 espécies, destacando-se as famílias Chaetocerotaceae e Triceratiaceae com 21 e 12 espécies, respectivamente. Na classe Bacillariophyceae foram identificados 6 ordens, 13 famílias, 26 gêneros, 54 espécies e 3 variedades. Destacou-se nesta classe a família Bacillariaceae com 16 espécies e 1 variedade. A classe Fragillariophyceae foi a que apresentou a menor diversidade, tendo sido identificados 24 táxons infragenéricos, distribuídos em 7 ordens, 7 famílias, 14 gêneros e 24 espécies, destacando-se a família Fragillariaceae com 9 espécies.

Pyrrophyta foi o segundo maior grupo do microfitoplâncton local com 10,79% dos táxons identificados, estando representado por 1 classe, 4 ordens 7 famílias, 7 gêneros e 22 espécies. O gênero *Ceratium* foi o mais representativo com 11 espécies.

Cyanophyta foi o terceiro grupo, com 6,37%, e esteve representada por 1 classe, 3 ordens, 5 famílias, 10 gêneros e 13 espécies.

Chlorophyta também esteve pouco representada, com 3,92%, na composição florística num total de 7 táxons infragenéricos distribuídos em 1 classe, 4 ordens, 4 famílias, 5 gêneros e 7 espécies.

Euglenophyta, com um percentual de 3,43%, foi pouco representativa na área, tendo sido identificada 1 família, 3 gêneros e 7 espécies, destacando-se o gênero *Euglena* com 5 espécies.

Chrysophyta foi o grupo com menor representação na flora local (0,49%), tendo ocorrido apenas 1 espécie.

Quadro 1: Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, PE).

CYANOPHYTA	EUGLENACEAE
CYANOPHYCEAE	<i>Phacus acuminatus</i> Stokes
CHROOCOCCALES	<i>Trachelomonas</i> sp
CHROOCOCCACEAE	PYRROPHYTA
<i>Chroococcus</i> sp	DINOPHYCEAE
<i>Synechococcus</i> sp	PROROCENTRALES
<i>Merismopedia punctata</i> Meyer	PROROCENTRACEAE
NOSTOCALES	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg
OSCILLATORIACEAE	<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt
<i>Trichodesmium erythraeum</i> Ehrenberg	DINOPHYSALES
<i>Spirulina</i> sp	DINOPHYSACEAE
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	<i>Dinophysis caudata</i> Saville Kent
<i>Oscillatoria princeps</i> Vanher	GYMNODINIALES
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	GYMNODIACEAE
<i>Oscillatoria</i> sp ₂	<i>Gymnodinium</i> sp
<i>Lyngbya</i> sp	PERIDINIALES
<i>Anabaena</i> sp	CERATIACEAE
<i>Nostoc</i> sp	<i>Ceratium contortum</i> (Gourret) Cleve
<i>Chamaesiphon</i> sp	<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Clap. & Lachmann
EUGLENOPHYTA	<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin
EUGLENOPHYCEAE	<i>Ceratium horridum</i> (Cleve) Gran
EUGLENALES	<i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vänhoffen
EUGLENACEAE	<i>Ceratium massiliense</i> (Gourret) Jørgensen
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	<i>Ceratium pentagonum</i> Gourret
<i>Euglena pisciformis</i> Klebs	<i>Ceratium teres</i> Kofoid
<i>Euglena rubra</i> Hardy	<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid
EUGLENACEAE	<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Muller) Nitzsch.
<i>Euglena</i> sp ₁	<i>Ceratium</i> sp
<i>Euglena</i> sp ₂	

Continua...

Quadro 1: Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, PE).

Continuação...

CERATOCORYTHACEAE	TRICERATIACEAE
<i>Ceratocorys</i> sp	<i>Triceratium contortum</i> Shadbolt
PERIDINIACEAE	<i>Triceratium pentacrinus</i> Ehrenberg
<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech	<i>Triceratium</i> sp
<i>Protoperidinium venustum</i> (Matzenaver) Balech	<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) Agardh
<i>Protoperidinium</i> sp ₁	= <i>Biddulphia aurita</i> (Lyngd.) Bréb. & Godey
<i>Protoperidinium</i> sp ₂	<i>Odontella longicruris</i> (Greville) Holan
PYROPHACEAE	= <i>Biddulphia longicruris</i> Greville
<i>Pyrophacus horologicum</i> Stein	<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow
<i>Pyrophacus</i> sp	= <i>Biddulphia mobiliensis</i> Grunow
BACILLARIOPHYTA	<i>Odontella regia</i> (Shultz.) Hendey
COSCINODISCOPHYCEAE	= <i>Biddulphia regia</i> (M. Schultz.) Ostenfeld
THALASSIOSIRALES	<i>Odontella rhombus</i> (Ehrenberg) Kutzing
THALASSIOSIRACEAE	= <i>Biddulphia rhombus</i> (Ehrenberg) Smith
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.) Cleve	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Campère
= <i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg	= <i>Biddulphia laevis</i> Ehrenberg
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grun.) Hasle & Frywell	<i>Cerataulus smithii</i> Ralph in Pritchard
= <i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg	<i>Cerataulus turgidus</i> Ehrenberg
<i>Thalassiosira</i> sp	BIDDULPHIALES
CHRYSANthemODISCALES	BIDDULPHIACEAE
CHRYSANthemODISCACEAE	<i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith
<i>Melchersiella hexagonalis</i> C. Teixeira	= <i>Biddulphia puchella</i> Gray
MELOSIRALES	<i>Biddulphia tridens</i> Ehrenberg
MELOSIRACEAE	= <i>Biddulphia tuomeyii</i> (J. W. Bailey) Roper
<i>Melosira dubia</i> Kutzing	<i>Biddulphia</i> sp
<i>Melosira moniliformis</i> (O. F. Muller) Agardh	<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg
<i>Melosira</i> sp	<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg
HYALODISCACEAE	HEMIAULALES
<i>Hyalodiscus subtilis</i> Greville	HEMIAULACEAE
PARALIALES	<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve
PARALIACEAE	<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey
= <i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kutzing	BELLEROCHEACEAE
<i>Paralia</i> sp	<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) vanHeurck
COSCINODISCALES	STREPTOTHECACEAE
COSCINODISCACEAE	<i>Heliotheca thamensis</i> Shrubsole (Ricard)
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg	= <i>Streptotheca thamensis</i> Shrubsole
<i>Concinodiscus oculusiridis</i> Ehrenberg	LITHODESMIALES
<i>Coscinodiscus nitidus</i> Gregory	LITHODESMIACACEAE
<i>Coscinodiscus</i> sp	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg
<i>Palmeria hardmanniana</i> Greville	<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grunow
= <i>Hemidiscus hardmanniana</i> (Grev.) Mann	CORETHALES
HELIOPELTACEAE	CORETHACEAE
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	<i>Corethron hystrix</i> Hensen
<i>Actinoptychus undulatus</i> (Bailey) Ralfs.	RHIZOSOLENIALES
<i>Actinoptychus</i> sp	RHIZOSOLENIACEAE
TRICERATIALES	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell
TRICERATIACEAE	<i>Rhizosolenia robusta</i> Norman
<i>Triceratium alternans</i> Bailey	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
= <i>Biddulphia alternans</i> (Bailey) van Heurck	<i>Rhizosolenia styliiformis</i> Brightwell

Continua...

Quadro 1: Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, PE).

Continuação...

RHIZOSOLENIACEAE	RHAPHONEIDALES
<i>Rhizosolenia</i> sp	RHAPHONEIDACEAE
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	<i>Rhaphoneis ampiceros</i> (Ehr.) J. W. Bailey
= <i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell	<i>Rhaphoneis</i> sp
<i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Schultze) Sundström	THALASSIONEMATALES
= <i>Rhizosolenia calcaravis</i> Max Schultze	THALASSIONEMATACEAE
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> Grunow
= <i>Guinardia stolterfothii</i> (Péragallo) Hasle	= <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow
CHAETOCEROTALES	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow
CHAETOCEROTACEAE	RHABDONEMATALES
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	RHABDONEMATACEAE
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt	<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kutzing
<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder	<i>Rhabdonema punctatum</i> (Harvey & Barley)
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	Stodder
<i>Chaetoceros costatus</i> Pavillard	STRIATELLALES
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	STRIATELLACEAE
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh
<i>Chaetoceros debilis</i> Cleve	<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kutzing
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg	<i>Grammatophora</i> sp
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	CLIMACOSPHEIALES
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	CLIMACOSPHEIACEAE
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	<i>Climacosphenia moniligera</i> (Lyng.) Kützing.
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve	<i>Climacosphenia</i> sp
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	BACYLLARIOPHYCEAE
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mangin	LYRELLALES
<i>Chaetoceros</i> sp ₁	LYRELLACEAE
<i>Chaetoceros</i> sp ₂	<i>Lyrella clavata</i> (Gregory) Mann
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve	= <i>Navicula clavata</i> Gregory
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder	<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karayeva
<i>Bacteriastrium</i> sp	= <i>Navicula lyra</i> Ehrenberg
FRAGILARIOPHYCEAE	<i>Petroneis granulata</i> (Bailey) D. G. Mann
FRAGILARIALES	= <i>Navicula granulata</i> Bailey
FRAGILARIACEAE	ACHNANTHALES
<i>Dimerogramma</i> sp	ACHNANTHACEAE
<i>Fragilaria capuccina</i> Desmazières	<i>Achnanthes</i> sp
<i>Fragilaria</i> sp	COCCONEIDACEAE
<i>Synedra gailloni</i> (Bory) Ehrenberg	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg
<i>Synedra</i> sp	<i>Cocconeis</i> sp
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	<i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grunow
= <i>Asterionella japonica</i> Cleve et Moll.	<i>Campyloneis</i> sp
<i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round	NAVICULALES
= <i>Asterionella notata</i> Grunow	AMPHIPLEURACEAE
<i>Podocystis adriatica</i> Kutzing	<i>Frickea lewisiana</i> (Greville) Heiden
<i>Opephora</i> sp	PINNULARIACEAE
LICMOPHORALES	<i>Caloneis permagma</i> (J. W. Bailey) Cleve
LICMOPHORACEAE	<i>Caloneis</i> sp
<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Licmophora remulus</i> Grunow	DIPLONEIDACEAE
<i>Licmophora</i> sp	<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg
	<i>Diploneis</i> sp

Continua...

Quadro 1: Sinopse dos táxons identificados no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, PE).

Conclusão.

NAVICULACEAE

Navicula radiosa Kützing

Navicula sp

PLEUROSIGMATACEAE

Pleurosigma diminutum Grunow

Pleurosigma elongatum Wm. Smith

Pleurosigma naviculaceum Brébisson

Pleurosigma sp

Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Cleve

Gyrosigma fasciola (Ehrenberg) Griffith

Gyrosigma sp

PLAGIOTROPIDACEAE

Tropidoneis lepidoptera (Greg.) Cleve

Tropidoneis seriata Cleve

THALASSIOPHYSALES

CATENULACEAE

Amphora angusta (Gregory) De Toni

Amphora arenaria Donk.

Amphora sp

BACILLARIALES

BACILLARIACEAE

Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey

= *Bacillaria paradoxa* Gmelin

Hantzschia amphioxys Grunow

Psammodyctyon panduriforme (Greg.) D. G. Mann

= *Nitzschia panduriformis* Greg.

Tryblionella granulata (Grunow) D.G. Mann

= *Nitzschia grannulata* Grunow

Nitzschia circumscuta (J. Bailey) Grunow

Nitzschia insignis Gregory

Nitzschia longissima (Brébisson) Grunow

Nitzschia longissima var. *reversa* Grunow

Nitzschia obtusa Wm Smith

Nitzschia pacifica Cupp

Nitzschia scalaris (Ehrenberg) Wm. Smith

Nitzschia sigma (Kützing) Wm. Smith

Nitzschia sigmoidea (Nitz.) Wm. Smith

Nitzschia sp₁

Nitzschia sp₂

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg)

Reiman Lewis

= *Nitzschia closterium* (Her.) Wm. Smith

Pseudonitzschia pungens Grunow

= *Nitzschia pungens* var. *atlantica* Cleve

SURIRELLALES

ENTOMONEIDACEAE

Entomoneis alata Ehrenberg

= *Amphiprora alata* (Ehrenberg) Kützing

Entomoneis sp

AURICULACEAE

Auricula complexa (Gregory) Cleve

SURIRELLACEAE

Petrodictyon gemma (Ehr.) D. G. Mann

= *Surirella gemma* Ehrenberg

Surirella fastuosa var. *fastuosa*

Surirella fastuosa var? Ehrenberg

Surirella febigerii Lewis

Surirella nervata (Grunow) Meresch.

Surirella ovata Kützing

Surirella sp

BACILLARIACEAE

Campylodiscus clypeus Ehrenberg

Campylodiscus sp

CHRYSOPHYTA

CHRYSOPHYCEAE

DICTYOCHELES

DICTYOCHEACEAE

Dictyocha fibula Ehrenberg

CHLOROPHYTA

CHLOROPHYCEAE

VOLVOCALES

VOLVOCACEAE

Eudorina sp

CHLOROCOCCALES

CHLOROCOCCACEAE

Golenkinia sp

ZYGNEMATALES

DESMIDIACEAE

Closteriopsis sp

Closterium setaceum Ehrenberg

Closterium sp

Xanthidium trilobum Maica

Xanthidium sp

SIPHONCLADALES

CLADOPHORACEAE

Cladophora sp

4.3.3. Estrutura e Variação da Flora

Na estação 1, durante o período chuvoso, foram identificadas 132 espécies representadas por 108 diatomáceas, 8 dinoflagelados, 8 cianofíceas, 4 clorofíceas, 3 euglenofíceas e 1 crisofícea. O número de táxons variou entre 37 (baixa-mar de jul/02) a 75 (preamar de maio/02). No período de estiagem, a flora esteve representada por 93 espécies, sendo 77 diatomáceas, 6 cianofíceas, 4 euglenofíceas, 4 dinoflagelados e 2 clorofíceas. Neste período a oscilação da riqueza taxonômica variou de 28 (baixa-mar de dez/02) a 42 (preamar de dez/02).

Na estação 2, no período chuvoso, foram identificadas 146 espécies representadas por 115 diatomáceas, 15 dinoflagelados, 10 cianofíceas, 3 clorofíceas e 3 euglenofíceas. O número de táxons variou entre 35 (preamar de jul/02) a 86 (baixa-mar de maio/02). No período de estiagem, a flora esteve representada por 117 espécies, sendo 94 diatomáceas, 9 dinoflagelados, 6 cianofíceas, 6 euglenofíceas e 2 clorofíceas. Neste período a oscilação da riqueza taxonômica variou de 35 (baixa-mar de nov e dez/02) a 48 (preamar de nov/02).

Na estação 3, durante o período chuvoso, foram identificadas 131 espécies representadas por 105 diatomáceas, 15 dinoflagelados, 6 cianofíceas, 3 clorofíceas e 2 euglenofíceas. O número de táxons variou entre 36 (baixa-mar de jun/02) a 68 (preamar de maio/02). No período de estiagem, a flora esteve representada por 104 espécies, sendo 88 diatomáceas, 9 dinoflagelados, 3 cianofíceas, 3 euglenofíceas e 1 clorofícea. Neste período a oscilação da riqueza taxonômica variou de 30 (baixa-mar de nov/02) a 50 (preamar de nov/02).

Analisando-se a figura 19 observa-se, de uma forma geral, que o período chuvoso caracterizou-se, nas três estações, por apresentar uma maior riqueza taxonômica, destacando-se a estação 2, que apresentou o maior número de táxons, seguida das estações 3 e 1.

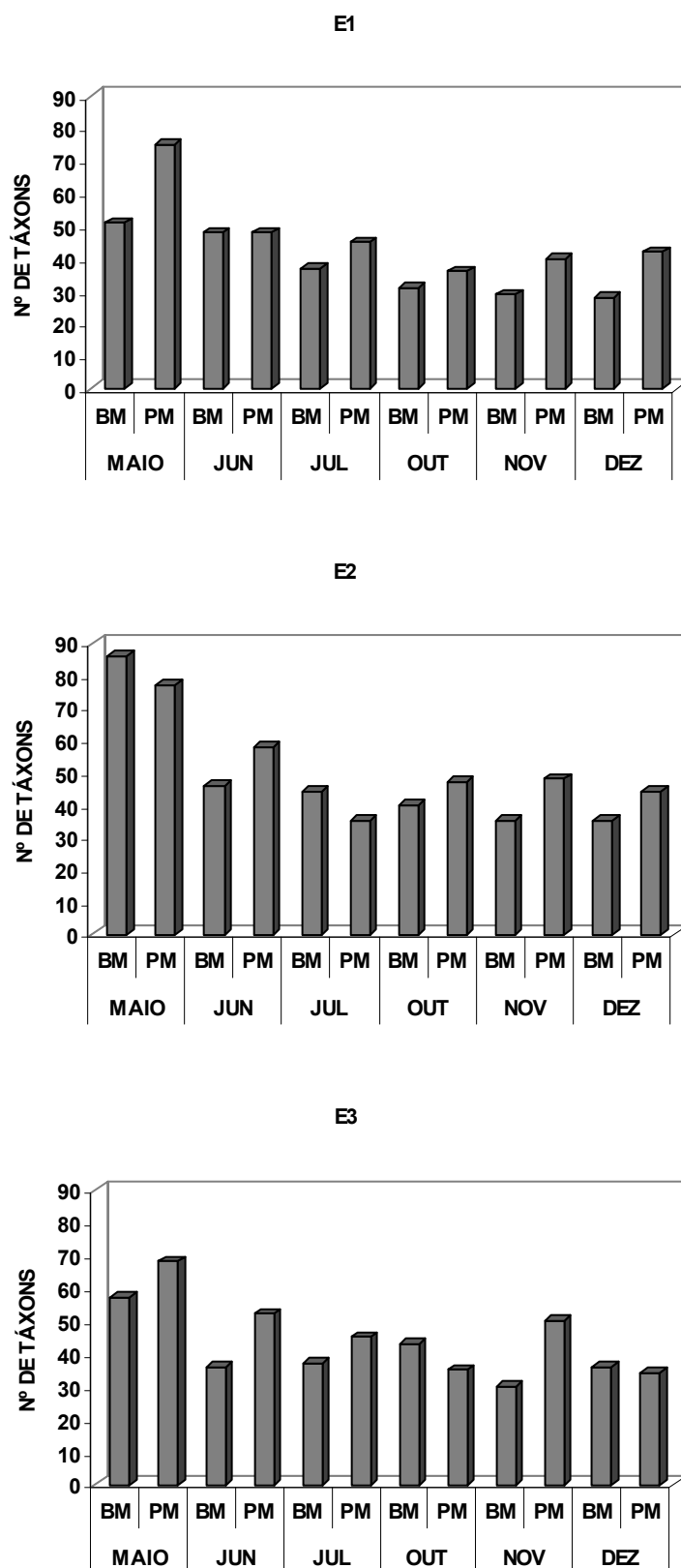


Figura 19. Distribuição da riqueza taxonômica do microfitoplâncton no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, Jun. e Jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.3.4. Abundância Relativa dos Táxons

Apesar do número considerável de espécies identificadas no estuário do rio Formoso, poucas foram consideradas dominantes, destacando-se apenas cinco (5): *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros* sp, *Coscinodiscus centralis* e *Trachelomonas* sp.

Estação 1

Nesta estação, três espécies atingiram mais de 70% de ocorrência nas amostras, sendo consideradas como **dominantes**, das quais duas são diatomáceas e uma é euglenofícea: a espécie *Chaetoceros costatus*, com 87,47%, na preamar de out/02, e 80,03%, na preamar de nov/02; *Chaetoceros* sp, com 79,25%, na preamar de jul/02, e *Trachelomonas* sp, com 70,47%, na baixa-mar de nov/02. *Chaetoceros costatus* e *Trachelomonas* sp só ocorreram no período de estiagem (Tab. 1).

As espécies **abundantes** foram em número de quatro (4), sendo duas do grupo das diatomáceas: *Chaetoceros curvisetus*, com 47,32 e 58,85%, respectivamente, na baixa-mar e preamar de maio/02; *Coscinodiscus centralis*, com 58,80%, na preamar de jun/02, e 53,54%, na preamar de dez/02; e duas do grupo das euglenofíceas: *Phacus acuminata*, com 64,38%, na baixa-mar de out/02, e *Trachelomonas* sp, com 45,61%, na baixa-mar, em dez/02 (Tab. 1).

As espécies **pouco abundantes** e **raras** estão representadas na tabela 1.

Estação 2

Nesta estação, foram registradas três (3) espécies **dominantes**, todas do grupo das diatomáceas: *Chaetoceros curvisetus*, com 70,64%, na preamar de maio/02; *Coscinodiscus centralis*, com 88,13%, na preamar de jul/02, e 81,77%, na baixa-mar de dez/02; e *Chaetoceros costatus*, com 75,84%, na preamar de out/02, sendo a ocorrência desta última apenas registrada no período de estiagem (Tab. 2).

As espécies **abundantes** foram em número de quatro (4), representadas também por diatomáceas, destacando-se: *Thalassionema nitzschioides*, com 49,91%, na baixa-mar de maio/02; *Chaetoceros curvisetus*, com 57,93%, na baixa-mar de jul/02; *Coscinodiscus centralis*, com 67,68 e 52,04%, respectivamente, na baixa-mar e preamar de jun/02; e *Chaetoceros costatus*, com 45,27 e 63,58, na baixa-mar de out e nov/02, respectivamente.

As espécies **pouco abundantes** e **raras** estão representadas na tabela 2.

Estação 3

Foram registradas nesta estação três (3) espécies **dominantes**, todas do grupo das diatomáceas: *Coscinodiscus centralis*, com 79,65%, na baixa-mar de jun/02; *Chaetoceros curvisetus*, com 82,73%, na preamar de maio/02; e *Chaetoceros costatus*, com 83,01%, na baixa-mar de nov/02, sendo a ocorrência desta espécie registrada apenas no período de estiagem (Tab. 3).

As espécies **abundantes** estiveram representadas por quatro (4) do grupo das diatomáceas: *Coscinodiscus centralis*, com 46,56 e 49,10%, na preamar de jun e jul/02, respectivamente; *Chaetoceros curvisetus*, com 65,44%, na baixa-mar de jul/02; *Chaetoceros costatus*, com 63,45%, na baixa-mar de out/02, e 43,75%, na preamar de nov/02; e *Chaetoceros* sp₂, com 47,73%, na preamar de out/02.

As espécies **pouco abundantes e raras** estão representadas na tabela 3.

Outras diatomáceas, apesar de menos representativas, merecem registro, pois foram características de apenas um período anual. Neste grupo, podem ser citadas para o período chuvoso: *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros coarctatus*, *Chaetoceros peruvianus*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Chaetoceros didymus*, *Corethron hystrix*, *Coscinodiscus nitidus*, *Ditylum brightwellii*, *Gyrosigma fasciola*, *Melosira moniliformis*, *Nitzschia insignis*, *Nitzschia longissima* var. *reversa*, *Nitzschia obtusa*, *Nitzschia pacifica*, *Nitzschia sigmoidea*, *Odontella longicruris*, *Odontella rhombus*, *Palmeria hardmanniana*, *Pleurosigma laevis*, *Pleurosigma diminutum*, *Proboscia alata*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Rhaphoneis amphi-ceros*, *Rhizosolenia imbricata*, *Rhizosolenia robusta*, *Rhizosolenia styli-formis*, *Striatella unipunctata*, *Surirella nervata*, *Surirella ovata*, *Tropidoneis lepidoptera*.

Para o período de estiagem, podem ser citadas: *Actinoptychus undulatus*, *Actinoptychus splendens*, *Amphora arenaria*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Chaetoceros costatus*, *Navícula radiosa*, *Nitzschia circumsuta*, *Thalassiosira leptopus* e *Triceratium alternans*.

Tabela 1- Abundância relativa (%) das espécies do microfotoplâncton do estuário do rio Formoso - PE, ocorrentes na Estação 1.

TÁXONS	ESTACÃO 1											
	Maio		Jun		Jul		Out		Nov		Dez	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
CYANOPHYTA												
<i>Anabaena</i> sp		0,03	0,13									
<i>Lyngbya</i> sp				0,03								
<i>Merismopedia punctata</i>	3,44									1,21		
<i>Nostoc</i> sp			0,44									
<i>Oscillatoria formosa</i>			0,13									
<i>Oscillatoria princeps</i>		0,03	0,13			0,02	0,04					
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	0,48	0,07	28,60		0,15	0,03	0,06		0,63	0,07	0,47	0,22
<i>Oscillatoria</i> sp ₂	0,14	0,07	0,25	0,09		0,01						0,56
<i>Synechococcus</i> sp							8,28	0,18				
<i>Tricodesmium erythraeum</i>								0,36				
EUGLENOPHYTA												
<i>Euglena acus</i>			7,35					0,07		0,10		
<i>Euglena pisciformes</i>	0,14											
<i>Euglena</i> sp		0,10		0,07	0,15	0,04		0,18				1,34
<i>Phacus acuminatus</i>							64,38					
<i>Trachelomonas</i> sp									70,47	0,31	45,61	
PYRROPHYTA												
<i>Ceratium furca</i>		0,10										
<i>Ceratium fusus</i>		0,03			0,07							
<i>Ceratium teres</i>	0,14											
<i>Dinophysis caudata</i>				0,03								
<i>Gymnodinium</i> sp							0,82		2,54		1,42	
<i>Protoperdinium granii</i>						1,02						
<i>Protoperdinium</i> sp					0,15		0,59	0,25				
<i>Protoperdinium venustum</i>		0,10				0,08			0,37	0,52		
<i>Pyrophacus horologicum</i>				0,28	0,15	0,30	0,04					
BACILLARIOPHYTA												
<i>Achnanthes</i> sp						0,01						
<i>Actinopterychus splendens</i>												3,90
<i>Actinopterychus undulatus</i>											1,10	1,11
<i>Actinopterychus</i> sp								0,07		0,10		
<i>Amphora angusta</i>	0,14		0,19			0,01	0,02			0,14	0,32	
<i>Amphora</i> sp		0,16	0,13	0,01								0,22
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	9,15	5,91				1,13						
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0,62		1,65	0,21	2,58	0,05	0,02	0,54	0,04	4,33	1,97	6,13
<i>Bacillariophyceae</i>			0,19	0,18		0,03					2,92	0,78
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>							0,08	1,29				
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>							0,27	0,86				
<i>Bacteriastrum</i> sp	0,34	0,10					0,04	1,51				
<i>Bellerophon malleus</i>		0,10									0,32	0,22
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	0,21	0,07	0,06									
<i>Biddulphia</i> sp					0,15							
<i>Bleakeleya notata</i>									0,15			
<i>Caloneis permagna</i>			0,13	0,03	0,15	0,01				0,07		0,22
<i>Campylodiscus chypeus</i>			0,06									
<i>Campylodiscus</i> sp						0,02		0,07				
<i>Campyloneis</i> sp		0,07								0,07		
<i>Cerataulina pelágica</i>	0,21											
<i>Cerataulus turgidus</i>		0,03			0,22				0,18		0,16	0,45
<i>Chaetoceros affinis</i>	1,51							0,50				
<i>Chaetoceros brevis</i>							0,08	0,18				
<i>Chaetoceros coarctatus</i>		0,10										
<i>Chaetoceros compressus</i>		0,13						0,14				
<i>Chaetoceros costatus</i>							3,78	87,47	12,54	80,03		0,56
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	47,32	58,85		0,15	30,18	4,21	0,06	0,50				
<i>Chaetoceros danicus</i>		0,13										
<i>Chaetoceros debilis</i>		0,26										
<i>Chaetoceros decipiens</i>		4,83				0,35						
<i>Chaetoceros diversus</i>		0,23		0,07	0,22	0,07						0,22
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1,10	0,98	0,19	0,94	2,21	4,50	0,08	0,57	0,51	2,84		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>		0,07										
<i>Chaetoceros subtilis</i>					2,14	0,25		0,61				
<i>Chaetoceros teres</i>	1,31	0,39		0,04	0,22					0,35		
<i>Chaetoceros</i> sp	0,28	0,29		0,03	0,89	79,25			0,15		0,24	1,34
<i>Chaetoceros</i> sp ₂		0,07		0,01	9,45							
<i>Climacosphaemia moniligera</i>		0,07										0,22
<i>Corethron hystrix</i>		0,07										
<i>Coscinodiscaceae</i>	0,28											
<i>Coscinodiscus centralis</i>	2,41	6,17	0,25	58,80		3,65	0,15	0,18	3,86	1,45	16,57	53,54
<i>Coscinodiscus nitidus</i>				0,03								
<i>Coscinodiscus oculus iridis</i>		0,62		1,47		0,40						1,67
<i>Coscinodiscus</i> sp	1,24	0,72	1,96	30,46	2,80	1,12	0,19	0,79	0,88			3,57
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1,72	0,07	0,76		0,66	0,08	6,13		0,51	0,07	0,16	
<i>Dimerogramma</i> sp		0,03										
<i>Diploneis bombus</i>			0,13									
<i>Diploneis</i> sp								0,07				
<i>Ditylum brightwellii</i>		0,07										
<i>Entomoneis alata</i>	5,57	0,16	5,83	0,32	36,95	0,53	0,19		0,74	0,24	17,28	1,34
<i>Entomoneis</i> sp	0,07	0,07								0,07		
<i>Fragilaria capucina</i>	0,48	0,46				0,05						

Continua...

Tabela 1- Abundância relativa (%) das espécies do microfotoplâncton do estuário do rio Formoso - PE, ocorrentes na Estação 1.

Conclusão.

TÁXONS	ESTAÇÃO 1											
	Maio		Jun		Jul		Out		Nov		Dez	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Fragilaria</i> sp		0,03								0,14		
<i>Frickea lewisiana</i>	0,14	0,16	0,82	0,04	0,15					0,07	0,32	
<i>Grammatophora oceânica</i>												0,45
<i>Guinardia striata</i>	0,34	0,42						0,07				
<i>Gyrosigma balticum</i>	1,24	0,42	3,17	0,12	0,15	0,07			0,51	0,48	0,71	1,11
<i>Gyrosigma</i> sp	0,28			0,03							0,16	
<i>Heliotheca thamensis</i>		0,03		0,03		0,05						
<i>Hemiaulus membranaceus</i>								0,25				
<i>Hemiaulus sinensis</i>		0,16										
<i>Hyalodiscus subtilis</i>				0,06								0,22
<i>Isthmia enervis</i>		0,07										0,22
<i>Licmophora abbreviata</i>	0,21											
<i>Licmophora remulus</i>		0,13	0,13	0,04				0,07	0,07	0,07		0,33
<i>Licmophora</i> sp	0,34	0,03		0,04		0,03						
<i>Lithodermium undulatum</i>	3,23	2,81	0,82	0,76	0,15	0,22	0,78	0,79	1,29	1,14		
<i>Lyrella Lyra</i>				0,01						0,07		
<i>Melchersiella hexagonalis</i>		0,07										0,56
<i>Melosira dubia</i>				0,06	0,37	0,08			0,07			
<i>Melosira moniliformis</i>	0,21					0,03						
<i>Melosira</i> sp	0,55			0,26								
<i>Navicula radiosa</i>												0,22
<i>Navicula</i> sp	0,07	0,10				0,01		0,14		0,07		
<i>Nitzschia circumsuta</i>											0,16	0,11
<i>Nitzschia insignis</i>			0,13									
<i>Nitzschia longissima</i>		0,23	0,76	0,21	0,52						0,63	0,56
<i>Nitzschia longissima var. reversa</i>		0,10			0,37							
<i>Nitzschia obtusa</i>	0,14											
<i>Nitzschia pacifica</i>	0,69											
<i>Nitzschia scalaris</i>			0,19		0,15					0,10		
<i>Nitzschia sigma</i>	2,89	0,46	17,54	0,43	0,89	0,21	0,34	0,14	0,55		4,74	0,56
<i>Nitzschia sigmoidea</i>				0,03								
<i>Nitzschia</i> sp	0,55	0,03	1,33		0,96		12,72			0,28	0,71	0,45
<i>Odontella aurita</i>												0,22
<i>Odontella longicruris</i>			0,06									
<i>Odontella mobiliensis</i>	0,41	1,11	0,06	0,64	0,22	0,37	0,15	0,72	1,43	2,32	1,34	11,37
<i>Odontella regia</i>		0,10		0,12						0,14		
<i>Opephora</i> sp		0,07										
<i>Paralia sulcata</i>	0,55	1,37		0,28		0,19	0,04	0,65	0,51	1,32		3,34
<i>Paralia</i> sp			0,13									
<i>Petrodictyon gemma</i>			4,69	0,48	5,09	0,69	0,36	0,07	0,99	0,03	0,24	0,45
<i>Petronella granulata</i>									0,07			
<i>Pinnularia viridis</i>	0,14		0,76	0,01								
<i>Pleurosigma elongatum</i>		0,03	2,98		0,22			0,07		0,10	0,32	0,22
<i>Pleurosigma fasciola</i>			11,97		0,15							
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	0,21				0,30	0,07	0,15	0,07		0,69	0,55	0,45
<i>Pleurosigma</i> sp	0,21	0,10		0,03		0,03		0,18	0,18		0,71	0,22
<i>Proboscia alata</i>	0,41	0,03										
<i>Psammodyctyon panduriforme</i>				0,06		0,06	0,04					
<i>Pseudonitzschia pungens</i>		0,49						0,14	0,18			
<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	0,07	0,49										
<i>Rhabdonema adriaticum</i>				0,03								0,11
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0,21											
<i>Rhizosolenia setigera</i>		0,03			0,30	0,01	0,04			0,07		
<i>Rhizosolenia styliformis</i>		0,07										
<i>Rhizosolenia</i> sp		0,03										
<i>Striatella unipunctata</i>		0,10										
<i>Surirella fastuosa</i>	0,14							0,04		0,18	0,07	0,16
<i>Surirella fastuosa var fastuosa</i>	0,14		0,70	0,01	0,07	0,03						
<i>Surirella febrigerii</i>	0,28	0,69	1,58	0,07	0,15	0,04			0,26	0,17	0,63	0,22
<i>Surirella nervata</i>	2,06											
<i>Surirella ovata</i>			0,57									
<i>Surirella</i> sp	0,14	0,78	0,19	0,01					0,07	0,07	0,08	
<i>Synedra gailonii</i>		0,07										
<i>Synedra</i> sp		0,07										
<i>Terpsinoe musica</i>		0,03	0,57							0,07		
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>		0,10										0,56
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	5,85	7,15	0,63	1,36		0,58						0,22
<i>Thalassiosira leptopus</i>												
<i>Thalassiosira</i> sp			0,19	1,52	0,30			0,18				
<i>Triceratium alternans</i>											0,14	
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>			0,51									
<i>Tropidoneis seriata</i>								0,07		0,07		
<i>Tryblionella granulata</i>		0,03		0,01								
CHRYSTOPHYTA												
<i>Dicryocha fibula</i>						0,01						
CHLOROPHYTA												
<i>Closterium setaceum</i>			0,32									
<i>Closterium</i> sp			0,38				0,04					
<i>Golenkinia</i> sp									0,07			
<i>Closteriopsis</i> sp			0,13									
<i>Xanthidium trilobum</i>			0,13									
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza de espécies	51	75	48	48	37	45	31	36	29	40	28	42
Diversidade	3,34	2,71	3,64	1,78	2,75	1,49	1,91	1,11	1,83	1,52	2,65	2,92
Equitabilidade	0,59	0,44	0,65	0,32	0,53	0,27	0,39	0,22	0,38	0,29	0,54	0,54

Tabela 2. Abundância relativa (%) das espécies do microfotoplâncton do estuário do rio Formoso - PE, ocorrentes na Estação 2.

TÁXONS	ESTAÇÃO 2											
	MAIO		JUN		JUL		OUT		NOV		DEZ	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
CYANOPHYTA												
<i>Anabaena</i> sp		0,07									0,02	
<i>Chamaesiphon</i> sp				0,02								
<i>Chroococcales</i>	0,18											
<i>Cyanophyceae</i>								0,06				
<i>Merismopedia punctata</i>	0,66						0,13				0,16	
<i>Oscillatoria princeps</i>			0,05									
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	0,54		0,15	0,04	0,06		0,07		0,35		0,39	
<i>Oscillatoria</i> sp ₂			0,24									
<i>Oscillatoriales</i>				0,08								
<i>Spirulina</i> sp		0,04		0,06								
<i>Synechococcus</i> sp	0,24							8,53				
<i>Tricodesmium erythraeum</i>								2,62				
EUGLENOPHYTA												
<i>Euglena acus</i>		0,02						0,12	0,50			2,92
<i>Euglena rubra</i>								0,09				
<i>Euglena</i> sp	3,42	0,25		0,08	0,06	0,01	0,33	0,37		2,33	0,10	1,36
<i>Euglena</i> sp ₂	1,67							0,03		0,17		
<i>Euglenofyceae</i>							0,95					
<i>Trachelomonas</i> sp									0,17		1,11	0,39
PYRROPHYTA												
<i>Ceratium contortum</i>	0,12											
<i>Ceratium furca</i>	0,42	0,09		0,15	0,10					0,17		
<i>Ceratium fusus</i>											0,02	
<i>Ceratium massiliense</i>	0,12											
<i>Ceratium pentagonum</i>				0,08								
<i>Ceratium teres</i>				0,11					0,17			
<i>Ceratium trichoceros</i>				0,02								
<i>Ceratium tripus</i>		0,07		0,08				0,30				0,19
<i>Ceratium</i> sp				0,02								
<i>Dinophysis caudata</i>	0,24											
<i>Gymnodinium</i> sp									0,23			
<i>Prorocentrum gracile</i>				0,04								
<i>Prorocentrum micans</i>	0,12											
<i>Protoperidinium grantii</i>	0,18					0,06						
<i>Protoperidinium</i> sp	0,18	0,07			0,54							0,39
<i>Protoperidinium</i> sp ₂								0,06				
<i>Protoperidinium venustum</i>	0,36	0,07					0,07		0,07			
<i>Pyrophacus horologicum</i>			0,02	0,04	1,05	0,03						
<i>Pyrophacus</i> sp								0,03				
BACILLARIOPHYTA												
<i>Actinocyclus</i> sp			0,11	0,08	0,25				0,17		0,15	
<i>Actinocyclus undulatus</i>									0,07			
<i>Amphora angusta</i>		0,04					0,07	0,06	0,07			
<i>Amphora arenaria</i>								0,06				
<i>Amphora</i> sp					0,06							0,19
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	2,70	7,68	0,37	2,67	3,50	0,44		0,09				
<i>Auricula complexa</i>		0,04								0,17		
<i>Bacillaria paxillifera</i>		0,38	1,35	0,04	4,20	0,07	31,62	0,46	6,01	5,10	6,56	1,95
<i>Bacillariophyceae</i>	0,48					0,05				0,52		2,33
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>		0,07					2,09	3,63				
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>							1,50	2,16				
<i>Bellerophia malleus</i>	3,06	1,20		0,57	0,13	0,03	0,13	0,24		10,98		13,42
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	0,12	0,07		0,19					0,10	2,59		0,39
<i>Biddulphia tridens</i>										0,43		
<i>Biddulphia</i> sp									0,07			
<i>Bleakeleya notata</i>	0,12	0,11		0,04				0,52				0,78
<i>Caloneis permagna</i>		0,04				0,01						
<i>Caloneis</i> sp			0,02									
<i>Campylodiscus clypeus</i>	0,18			0,04						0,78	0,02	
<i>Campylodiscus</i> sp							0,07					
<i>Campyloneis grevillei</i>	0,24	0,05								0,35		
<i>Campyloneis</i> sp								0,06				
<i>Cerataulina pelágica</i>	0,06	0,96										
<i>Cerataulus turgidus</i>	3,30	0,15	0,02	0,19				0,37		14,00	0,03	8,56
<i>Chaetoceros affinis</i>		0,89					0,03					
<i>Chaetoceros brevis</i>		0,33					0,13	0,27				
<i>Chaetoceros compressus</i>	1,44	1,11						0,12				
<i>Chaetoceros costatus</i>							45,27	75,84	63,58	2,16		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1,86	70,64		1,16	57,93	2,82	0,69	0,27		0,69		
<i>Chaetoceros decipiens</i>				0,21	1,40	0,14	0,23	0,09				
<i>Chaetoceros didymus</i>				0,36								
<i>Chaetoceros diversus</i>				0,36								
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0,96	1,40	0,64	2,27	4,74	1,75	1,08	0,43	8,35	0,43		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>					0,06							
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>				0,04								
<i>Chaetoceros subtilis</i>		0,05	0,06		0,54		0,10		0,10			
<i>Chaetoceros teres</i>			0,10	0,17		0,03						
<i>Chaetoceros</i> sp	2,88	0,20	0,11	0,15	1,59	2,18				0,26	0,03	
<i>Chaetoceros</i> sp ₂	0,12						0,16					
<i>Climacosphaemia moniligera</i>	0,54	0,11						0,06		0,61		
<i>Climacosphaemia</i> sp	0,06											
<i>Cocconeis scutellum</i>		0,02						0,03				
<i>Cocconeis</i> sp	0,06											
<i>Corethron hystrix</i>						0,01						
<i>Coscinodiscaceae</i>	0,42											
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0,66		67,68	52,04	1,81	88,13	1,14	1,13	3,47	38,29	81,77	29,41
<i>Coscinodiscus nitidus</i>	0,24											
<i>Coscinodiscus oculus iridis</i>		0,04	12,74	7,45		2,83					5,61	1,95

Continua...

Tabela 2. Abundância relativa (%) das espécies do microfotoplâncton do estuário do rio Formoso - PE, ocorrentes na Estação 2. Conclusão.

.TÁXONS	ESTAÇÃO 2											
	MAIO		JUN		JUL		OUT		NOV		DEZ	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Coscinodiscus</i> sp	1,38	0,25	7,48	14,01	5,79		0,07		0,03			4,86
<i>Cylindrotheca closterium</i>		0,07	0,04	0,21	0,06	0,03	0,33	0,06				
<i>Dimerogramma</i> sp												
<i>Diploneis bombus</i>	0,06	0,04	0,04						0,07	0,35	0,02	
<i>Diploneis</i> sp	0,18							0,06				
<i>Entomoneis alata</i>	0,18	0,05	1,33	0,17	1,59				0,23		0,12	0,19
<i>Entomoneis</i> sp		0,04	0,05	0,02	0,06							
<i>Fragilaria capuccina</i>	1,02	0,13	0,04	0,04	0,13					1,04	0,02	0,58
<i>Fragilaria</i> sp	0,18					0,07			0,13			
<i>Frickea lewisiana</i>					0,03				0,07			
<i>Grammatophora marina</i>	0,18	0,35										0,39
<i>Grammatophora oceanica</i>		0,07										
<i>Grammatophora</i> sp	0,18							0,06		0,61	0,08	
<i>Guinardia striata</i>	0,48	0,87		0,08		0,03				1,47		
<i>Gyrosigma balticum</i>	0,54	0,07	0,55	0,08	0,32		0,13		0,84	0,17	0,24	1,36
<i>Gyrosigma</i> sp	0,06	0,02			0,10		0,20		0,07			
<i>Hantzschia amphioxus</i>		0,02				0,01				0,43		
<i>Heliotheca thamensis</i>		0,04	0,04	0,04	0,32							
<i>Hemiaulus membranaceus</i>								0,10	0,12			
<i>Hyalodiscus subtilis</i>									0,06			0,39
<i>Isthmia enervis</i>	0,12											0,78
<i>Licmophora abbreviata</i>	0,24	0,11	0,05							0,43		0,19
<i>Licmophora remulus</i>		0,07	0,05		0,06				0,07	0,17	0,02	
<i>Licmophora</i> sp	0,06	0,04				0,03	0,20					
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0,36	0,13	0,59	0,61	0,60	0,06	1,27	0,21	1,67	0,78	0,53	1,36
<i>Lyrella clavata</i>		0,02										
<i>Lyrella Lyra</i>	0,42	0,07						0,03	0,10	0,35		0,39
<i>Melchersiella hexagonalis</i>										0,52		1,36
<i>Melosira dubia</i>	0,30	0,04	0,40		0,60	0,01			0,10		0,02	
<i>Melosira</i> sp	0,12	0,04										
<i>Navicula</i> sp	0,48	0,07				0,01	0,07	0,12				0,19
<i>Nitzschia circumsuta</i>								0,03			0,02	0,39
<i>Nitzschia longissima</i>		0,07	0,17		0,06	0,15					0,03	0,39
<i>Nitzschia scalaris</i>		0,07	0,02									
<i>Nitzschia sigma</i>	0,42	0,16	0,87	0,13	0,48		0,23		0,43	0,26	0,09	1,36
<i>Nitzschia sigmoidea</i>												
<i>Nitzschia</i> sp	0,42	0,44	0,17	0,13				0,06	0,23			0,58
<i>Nitzschia</i> sp ₂	0,30											
<i>Odontella aurita</i>	0,12	0,15										
<i>Odontella longicurvus</i>			0,09							0,43		
<i>Odontella mobiliensis</i>	0,36	0,24	0,51	0,25	1,46	0,21	0,33	0,46	1,84	6,74	2,01	7,78
<i>Odontella regia</i>	0,96	0,15	0,05	0,13			0,10	0,03		1,30		
<i>Odontella rhombus</i>	0,12											
<i>Palmeria hardimanniana</i>				0,04								
<i>Paralia sulcata</i>	4,38	1,89	0,44	0,40	1,11	0,25	1,76	0,30	2,14	1,47	0,57	6,61
<i>Paralia</i> sp									0,17			
<i>Petrodictyon gemma</i>			0,66	0,08	0,60	0,05	0,03				0,07	
<i>Petronia granulata</i>	0,12						0,07					
<i>Pinnularia viridis</i>		0,04	0,02		0,22	0,01			0,07		0,02	
<i>Pleurosigma diminutum</i>						0,01						
<i>Pleurosigma elongatum</i>		0,05	0,15		0,13							
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>			0,61		5,60	0,03	8,35				0,10	0,39
<i>Pleurosigma</i> sp	0,12	0,04				0,02	0,07		8,18	0,17		
<i>Podocystis adriatica</i>	0,12									0,17		0,39
<i>Proboscia alata</i>	2,16	0,84		0,02								
<i>Psammodyctyon panduriforme</i>				0,11				0,06				
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	0,90	1,31	0,12		0,89		0,33				0,13	0,58
<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	1,26	0,40		0,06								
<i>Rhabdonema adriaticum</i>	0,12							0,06		0,43	0,04	0,39
<i>Rhabdonema punctatum</i>	0,06											
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>		0,04										
<i>Rhaphoneis</i> sp	0,18			0,02								
<i>Rhizosolenia robusta</i>												
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0,18	0,69	0,02	0,02	0,06	0,07	0,07			0,17		
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0,06	0,11										
<i>Rhizosolenia</i> sp	0,48											
<i>Striatella unipunctata</i>	0,24	0,04		0,04								
<i>Surirella fastuosa</i>	0,30					0,01				0,26	0,14	
<i>Surirella fastuosa var fastuosa</i>			0,11						0,07			0,78
<i>Surirella febrigerii</i>	0,48	0,04	0,15	0,06	0,16				0,30	0,26	0,09	1,36
<i>Surirella nervata</i>	0,24											
<i>Surirella</i> sp	0,24				0,06				0,13		0,02	
<i>Synedra gailonii</i>							0,23			0,17	0,02	0,39
<i>Synedra</i> sp											0,02	
<i>Terpsinoe musica</i>	0,12											
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>		0,04								0,17		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	49,91	4,17	1,25	13,08	1,30	0,35	0,20	0,06		0,35		
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	0,42									0,26		
<i>Thalassiosira</i> sp	0,12		0,25	1,26								0,78
<i>Triceratium contortum</i>	0,12											0,39
<i>Triceratium pentacrinus</i>				0,02						0,17		
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	0,30		0,02									
<i>Tropidoneis seriata</i>					0,13							
<i>Tryblionella granulata</i>		0,04						0,06				
CHLOROPHYTA												
<i>Cladophora</i> sp	0,12	0,05								0,26		0,39
<i>Closterium</i> sp		0,02			0,06							
<i>Eudorina</i> sp	0,06	0,04		0,04								0,39
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza de espécies	86	77	46	58	44	35	40	47	35	48	35	44
Diversidade	3,71	2,14	1,96	2,52	2,76	0,89	2,37	1,65	2,16	3,47	1,18	3,91
Equitabilidade	0,58	0,34	0,35	0,43	0,51	0,17	0,45	0,30	0,42	0,62	0,23	0,72

Tabela 3. Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Formoso - PE, ocorrentes na Estação 3.

TÁXONS	ESTAÇÃO 3											
	MAIO		JUN		JUL		OUT		NOV		DEZ	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
CYANOPHYTA												
<i>Anabaena</i> sp		0,21										
<i>Chroococcus</i> sp						1,18						
<i>Merismopedia punctata</i>			0,28									
<i>Nostoc</i> sp				0,06								
<i>Oscillatoria</i> sp ₁		0,07	0,50	0,06	0,13	0,03	0,11	0,21		0,65		2,68
<i>Oscillatoria</i> sp ₂			0,11		0,04							
<i>Synechococcus</i> sp								32,17				
<i>Tricodesmium erythraeum</i>								13,10				8,04
EUGLENOPHYTA												
<i>Euglena acus</i>		0,13						0,06	1,32			3,75
<i>Euglena</i> sp	0,31	0,06	0,39	0,16	0,04	0,15	0,40	0,26		5,72	0,30	2,41
<i>Trachelomonas</i> sp							0,38		0,05			
PYRROPHYTA												
<i>Ceratium furca</i>		0,27		0,44		0,08	0,06					0,54
<i>Ceratium fusus</i>	0,18	0,06		0,16								
<i>Ceratium horridum</i>				0,06								
<i>Ceratium macroceros</i>					0,04			0,06				
<i>Ceratium massiliense</i>										0,16		
<i>Ceratium pentagonum</i>		0,03		0,31								0,80
<i>Ceratium teres</i>				0,28								
<i>Ceratium trichoceros</i>				0,06								
<i>Ceratium tripos</i>		0,07		0,16	0,04							
<i>Ceratocorys</i> sp						0,03						
<i>Dinophysis caudata</i>				0,06							0,41	
<i>Gymnodinium</i> sp											0,12	
<i>Protoperidinium granii</i>	0,04						0,17					
<i>Protoperidinium venustum</i>		0,24					0,15			0,33		
<i>Protoperidinium</i> sp		0,01			0,21	0,11		0,06				
<i>Pyrophacus horologicum</i>	0,22	0,06	0,17	0,22	0,27							
<i>Pyrophacus</i> sp						0,11						
BACILLARIOPHYTA												
<i>Achnanthes</i> sp									0,05			
<i>Actinopychus splendens</i>										0,25		
<i>Actinopychus undulatus</i>											0,30	0,54
<i>Actinopychus</i> sp	0,31		0,11	0,06			0,08					
<i>Amphora angusta</i>		0,01							0,02			
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	8,71	3,73	0,28	0,47	2,66	4,95				0,25		
<i>Auricula complexa</i>										0,25		
<i>Bacillaria paxillifera</i>	3,76	0,43	3,86	0,19	4,18	0,27	19,31	0,09	2,71	2,45	29,37	
<i>Bacillariophyceae</i>						0,03					0,53	
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	1,33						0,50					
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>							1,87	0,88				
<i>Bacteriastrium</i> sp				0,06				0,47				
<i>Bellerophon malleus</i>	0,09	0,95		1,06	0,06	0,11		0,73		3,02	0,47	0,27
<i>Biddulphia biddulphiana</i>		0,07				0,05		0,09		0,82	0,24	2,41
<i>Biddulphia tridens</i>				0,16						0,25		
<i>Bleakeleya notata</i>		0,07						0,09		0,74		12,87
<i>Caloneis permagma</i>									0,12			
<i>Campylodiscus clypeus</i>		0,03							0,05	0,82		
<i>Campylodiscus</i> sp				0,09	0,04	0,03						
<i>Campyloneis grevillei</i>	0,09	0,06		0,13				0,09				
<i>Campyloneis</i> sp		0,26				0,02						
<i>Cerataulina pelágica</i>	0,13					0,02						
<i>Cerataulus smithii</i>		0,06						0,12		0,08		
<i>Cerataulus turgidus</i>		0,16	0,17	3,56				0,94	0,05	11,11	0,47	14,21
<i>Chaetoceros affinis</i>		1,15			2,29	0,27	0,29					
<i>Chaetoceros brevis</i>	0,09						0,29					
<i>Chaetoceros coarctatus</i>						0,11						
<i>Chaetoceros compressus</i>	0,40	0,70										
<i>Chaetoceros costatus</i>							63,45		83,01	43,75		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	8,13	82,73	0,17	0,13	65,44	4,78	0,36	0,24		0,98		
<i>Chaetoceros danicus</i>							0,11					
<i>Chaetoceros decipiens</i>			0,28		1,89	0,81	0,15					
<i>Chaetoceros diversus</i>	0,31											
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	3,89	1,72	1,93	0,13	2,56	1,92	0,46	0,12		0,65		
<i>Chaetoceros subtilis</i>			0,11		0,58		0,11				0,59	
<i>Chaetoceros teres</i>		0,06			0,94							
<i>Chaetoceros</i> sp	0,71			0,09	2,37	2,02	0,25				0,12	0,54
<i>Chaetoceros</i> sp ₂	0,18					0,47		47,73				
<i>Climacosphaenia monilifera</i>	0,18	0,07	0,13				0,15	0,12		1,31		1,34
<i>Cocconeis scutellum</i>		0,06										
<i>Corethron hystrix</i>					0,04	1,45						
<i>Coscinodiscaceae</i>		0,03										
<i>Coscinodiscus centralis</i>	26,03	0,03	79,65	46,56		49,10	2,27	0,26	2,83	4,08	31,68	27,61
<i>Coscinodiscus nitidus</i>			0,44									
<i>Coscinodiscus oculus iridis</i>	0,13			10,94								
<i>Coscinodiscus</i> sp	1,33	0,06			8,30	29,50		0,50		3,27		
<i>Cylindrotheca closterium</i>		0,03		0,06			0,06					
<i>Dimerogramma</i> sp									0,05	0,33		
<i>Diploneis bombus</i>	0,13								0,09			
<i>Diploneis</i> sp				0,09								
<i>Entomoneis alata</i>	0,09		1,32		0,33		0,11		0,07		0,30	1,34
<i>Entomoneis</i> sp	0,04											
<i>Fragilaria capuccina</i>	0,18	0,11		0,34	0,27	0,05	0,11	0,15		3,35	0,41	1,88
<i>Fragilaria</i> sp		0,04										
<i>Frickea lewisiana</i>					0,06				0,05			
<i>Grammatophora marina</i>		0,11										1,07
<i>Grammatophora oceanica</i>										0,57	0,24	

Continua...

Tabela 3. Abundância relativa (%) das espécies do microfitoplâncton do estuário do rio Formoso - PE, ocorrentes na Estação 3.

Conclusão.

TÁXONS	ESTAÇÃO 3											
	MAIO		JUN		JUL		OUT		NOV		DEZ	
	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM
<i>Grammatophora</i> sp				0,16						0,16		
<i>Guinardia striata</i>	1,41	0,21	0,11			0,18	0,06			0,25		
<i>Gyrosigma balticum</i>	0,53	0,06	0,33	0,16			0,04		0,23	0,33	1,07	
<i>Gyrosigma</i> sp	0,27	0,01			0,04						0,12	
<i>Hantzschia amphioxus</i>						0,03			0,21	0,33		
<i>Heliotheca thamensis</i>	0,22	0,27		0,22	0,10							
<i>Hemiaulus membranaceus</i>		0,09										
<i>Hemiaulus sinensis</i>												0,54
<i>Hyalodiscus subtilis</i>								0,09				
<i>Isthmia enervis</i>		0,09		0,16				0,26		0,57	0,12	0,80
<i>Licmophora abbreviata</i>	0,13	0,10										
<i>Licmophora remulus</i>	0,35		0,39						0,07			
<i>Licmophora</i> sp	0,04	0,01				0,15		0,06			0,24	
<i>Lithodesmium undulatum</i>	3,18	0,10	0,66	0,13	0,83	0,06	1,89	0,24	0,28	1,06	1,72	
<i>Lyrella clavata</i>							0,04					
<i>Lyrella Lyra</i>	0,18			0,13			0,02			0,25	0,18	
<i>Melchersiella hexagonalis</i>		0,04								0,25		1,88
<i>Melosira dubia</i>	2,35		1,66		0,10		0,15		0,12		4,44	
<i>Melosira moniliformis</i>	0,49											
<i>Melosira</i> sp		0,01		0,06		0,03						
<i>Navicula radiosa</i>												
<i>Navicula</i> sp	0,09					0,05	0,11					
<i>Nitzschia circumsuta</i>											0,24	0,54
<i>Nitzschia insignis</i>			0,11									
<i>Nitzschia longissima</i>	0,18	0,03	0,72		0,66	0,19		0,06			1,60	0,80
<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i>			0,11									
<i>Nitzschia scalaris</i>	0,09											0,80
<i>Nitzschia sigma</i>	0,71	0,06	1,05	0,16			0,08		0,28	0,25	0,83	1,07
<i>Nitzschia</i> sp	0,35	0,01	0,50	0,25	0,42	0,05		0,06		0,33		1,34
<i>Odontella aurita</i>										0,16		
<i>Odontella longicurvis</i>				0,13								
<i>Odontella mobiliensis</i>	1,99	0,11	1,32	0,16	1,08	0,05	0,71	0,09	0,88	2,04	22,38	2,41
<i>Odontella regia</i>	0,13						0,04			0,16		
<i>Paralia sulcata</i>	1,50	1,18	0,28	0,28	1,00	0,08	0,82		3,13	0,65		1,88
<i>Petrodictyon gemma</i>			0,72	0,13	0,29	0,06	0,17		0,05		0,12	
<i>Petronia granulata</i>	0,09											
<i>Pinnularia viridis</i>			0,11				0,08		0,16		0,18	
<i>Pleurosigma elongatum</i>		0,01									0,24	1,34
<i>Pleurosigma fasciola</i>						0,11						
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>					0,66		4,22		3,82			
<i>Pleurosigma</i> sp	0,53	0,01			0,10	0,03				0,16	0,12	0,54
<i>Pleurosira laevis</i>		0,06										
<i>Podocystis adriatica</i>				0,22								
<i>Proboscia alata</i>		0,52										
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	0,18				0,04		0,04			0,33		
<i>Pseudonitzschia pungens</i>		1,16	0,66		0,71	0,06	0,08					
<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	0,27	0,18										
<i>Rhabdonema adriaticum</i>		0,01	0,11					0,12	0,05	0,33	0,12	0,54
<i>Rhabdonema punctatum</i>										0,25		
<i>Rhaphoneis</i> sp	0,09											
<i>Rhizosolenia imbricata</i>				0,06								
<i>Rhizosolenia setigera</i>		0,20				0,76						
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0,13	0,14				0,03						
<i>Rhizosolenia</i> sp	0,22	0,03		0,09								
<i>Striatella unipunctata</i>		0,10				0,02						
<i>Surirella fastuosa</i>									0,07	0,41		1,34
<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>fastuosa</i>											0,24	
<i>Surirella febigerii</i>	0,09	0,03	0,28				0,04		0,09	3,59	0,18	0,54
<i>Surirella nervata</i>	0,97	0,01										
<i>Surirella</i> sp			0,13									
<i>Synedra gailonii</i>										0,49	0,12	
<i>Synedra</i> sp											0,41	
<i>Terpsinoe musica</i>									0,07		0,12	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>						0,39	0,06	0,15				
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	26,03	0,98	0,94	29,84	1,19			0,15		0,25		
<i>Thalassiosira eccentrica</i>												
<i>Thalassiosira</i> sp				0,50				0,06				
<i>Triceratium contortum</i>												
<i>Triceratium pentacrinus</i>				0,06						0,90	0,12	0,54
<i>Triceratium</i> sp				0,06						0,25		
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	0,09											
<i>Tropidoneis seriata</i>	0,13											
CHLOROPHYTA												
<i>Cladophora</i> sp		0,20		0,63		0,02		0,12		0,65		0,80
<i>Closterium</i> sp			0,11									
<i>Xanthidium</i> sp ₁			0,06									
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza de Espécies	57	68	36	52	37	45	43	35	30	50	36	34
Diversidade	3,57	1,44	1,61	2,34	2,29	2,28	2,00	1,99	1,21	3,52	2,64	3,84
Equitabilidade	0,61	0,24	0,31	0,41	0,44	0,42	0,37	0,39	0,25	0,62	0,51	0,76

4.3.5. Frequência de Ocorrência dos Táxons

Em relação à frequência de ocorrência dos representantes do microfitoplâncton identificados nas três estações, observou-se que o maior número de táxons foi considerado pouco frequente (48,05%) e esporádico (37,25%), sendo muito frequente (5,88%) e frequente (8,82%) em menor representação (Fig. 20).

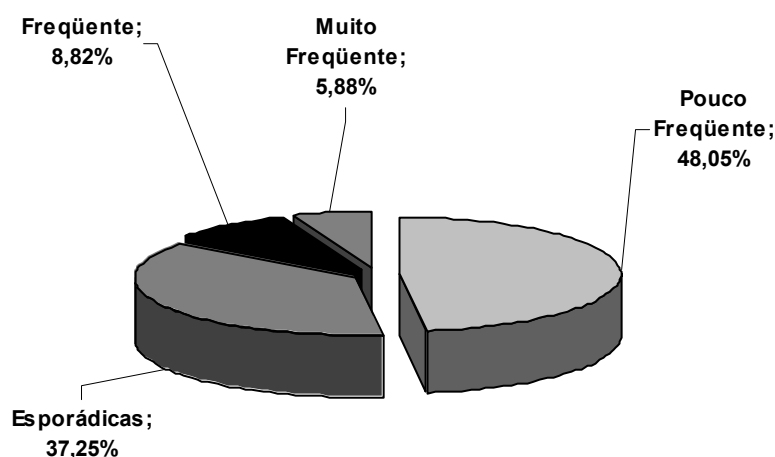


Figura 20. Distribuição percentual do número de táxons no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, nas diversas categorias de frequência de ocorrência.

Das 204 espécies identificadas nas três estações estudadas, apenas 12 foram consideradas **muito frequente** e quase todas pertencentes à divisão Bacillariophyta, destacando-se: *Odontella mobiliensis*, *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus centralis*, *Lithodesmium undulatum*, *Paralia sulcata*, *Nitzschia sigma*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Gyrosigma balticum*, *Surirella febigerii* e *Entomoneis alata*. Além destas, uma Euglenophyta (*Euglena* sp) e uma Cyanophyta (*Oscillatoria* sp.) foram classificadas como muito frequentes (Fig. 21).

Os táxons considerados **frequente** apresentaram-se, também, em número reduzido, representando apenas 8,82% de toda a flora. Foram classificadas nesta categoria 18 espécies, todas pertencentes à divisão Bacillariophyta, destacando-se: *Chaetoceros curvisetus*, *Nitzschia* sp, *Chaetoceros* sp, *Coscinodiscus* sp, *Petrodictyon gemma*, *Bellerochea malleus*,

Cerataulus turgidus, *Fragilaria capuccina*, *Pleurosigma* sp, *Thalassionema nitzschioides*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima*, *Asterionellopsis glacialis*, *Melosira dubia*, *Pleurosigma naviculaceum*, *Biddulphia biddulphiana*, *Licmophora remulus* e *Pseudonitzschia pungens* (Fig. 22).

Na categoria **pouco freqüente**, foram enquadrados 98 táxons, correspondendo a 48,05% do total dos representantes identificados, sendo: 77 diatomáceas, 5 cianofíceas, 2 euglenofíceas, 11 dinoflagelados e 3 clorofíceas. Dentre as diatomáceas, destacaram-se *Guinardia striata*, *Navícula* sp e *Rhabdonema adriaticum* com 38,89% . Entre as cianofíceas, destacaram-se *Oscillatoria* sp₂, com 25%, *Anabaena* sp, *Oscillatoria princeps* e *Synechococcus* sp, com 13,89%. Entre as euglenofíceas destacam-se a *Euglena acus*, com 30,56% e *Trachelomonas* sp, com 22,22%. *Ceratium furca*, *Protoperidinium venustum*, *Protoperidinium* sp e *Pyrophacus horologicum* foram as espécies que se destacaram entre os dinoflagelados com 36,11% de freqüência. Das três clorofíceas, destaca-se *Cladophora* sp com 27,78% de freqüência entre as amostras (Fig. 23).

Na categoria **esporádica**, foram enquadradas 76 espécies, correspondendo a 37,25% da microflora total identificada. A freqüência de ocorrência destes táxons pode ser observada na figura 24.

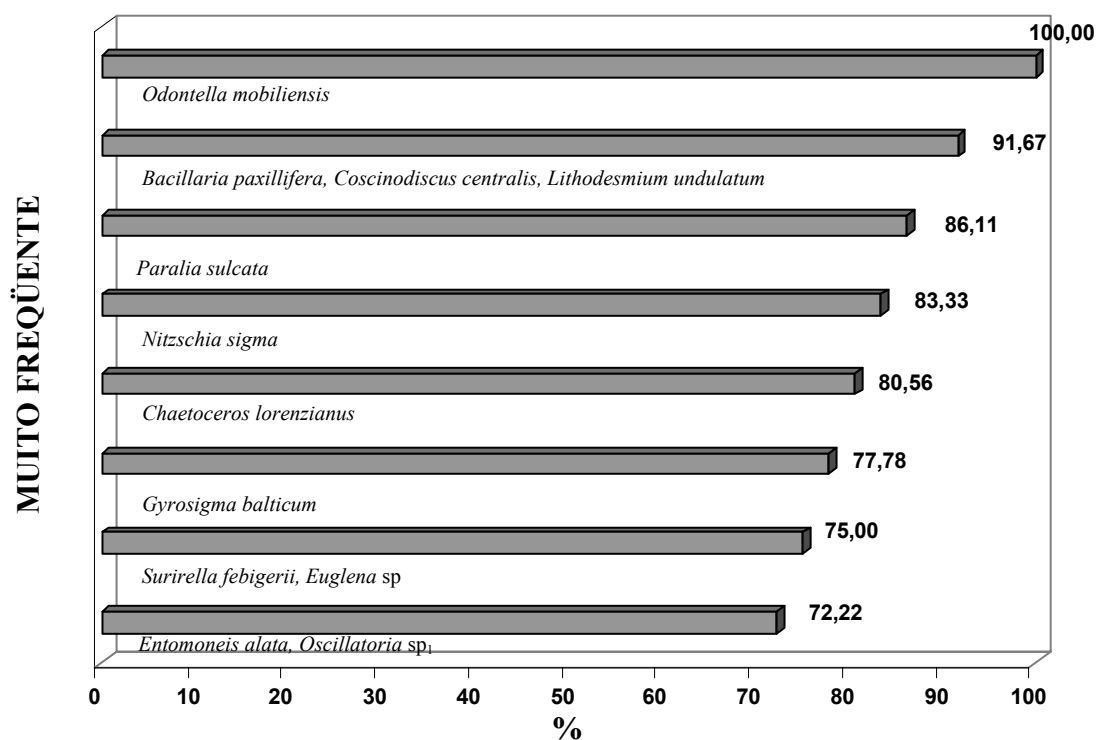


Figura 21. Frequência de ocorrência dos táxons muito freqüente no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

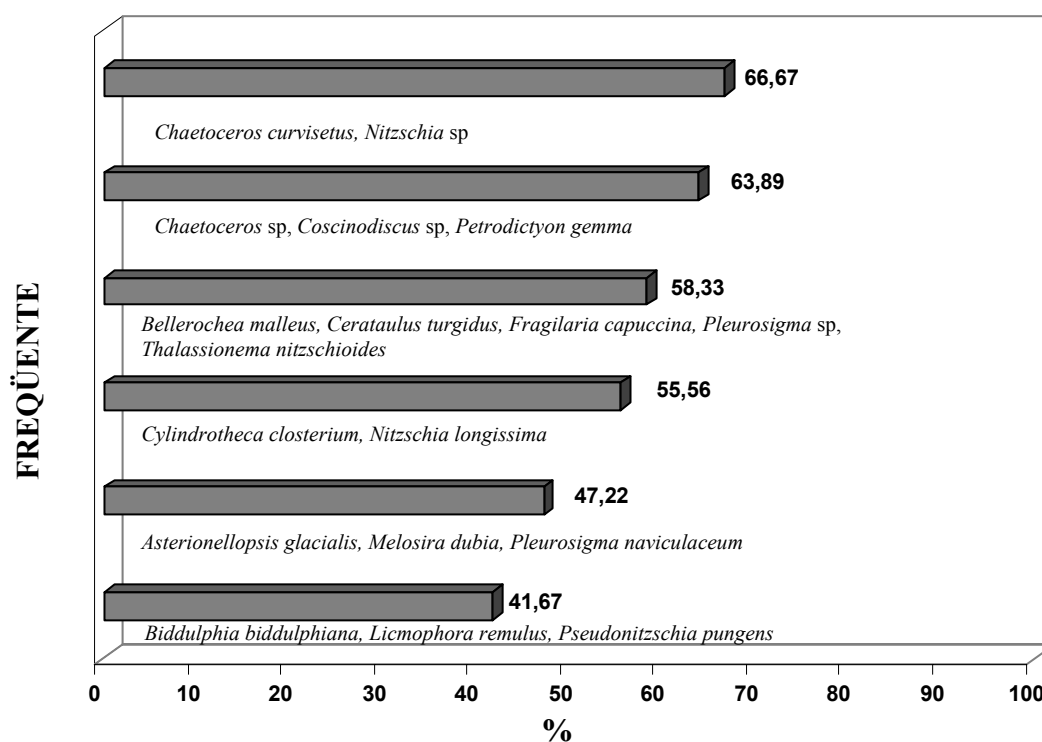


Figura 22. Frequência de ocorrência dos táxons freqüente no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

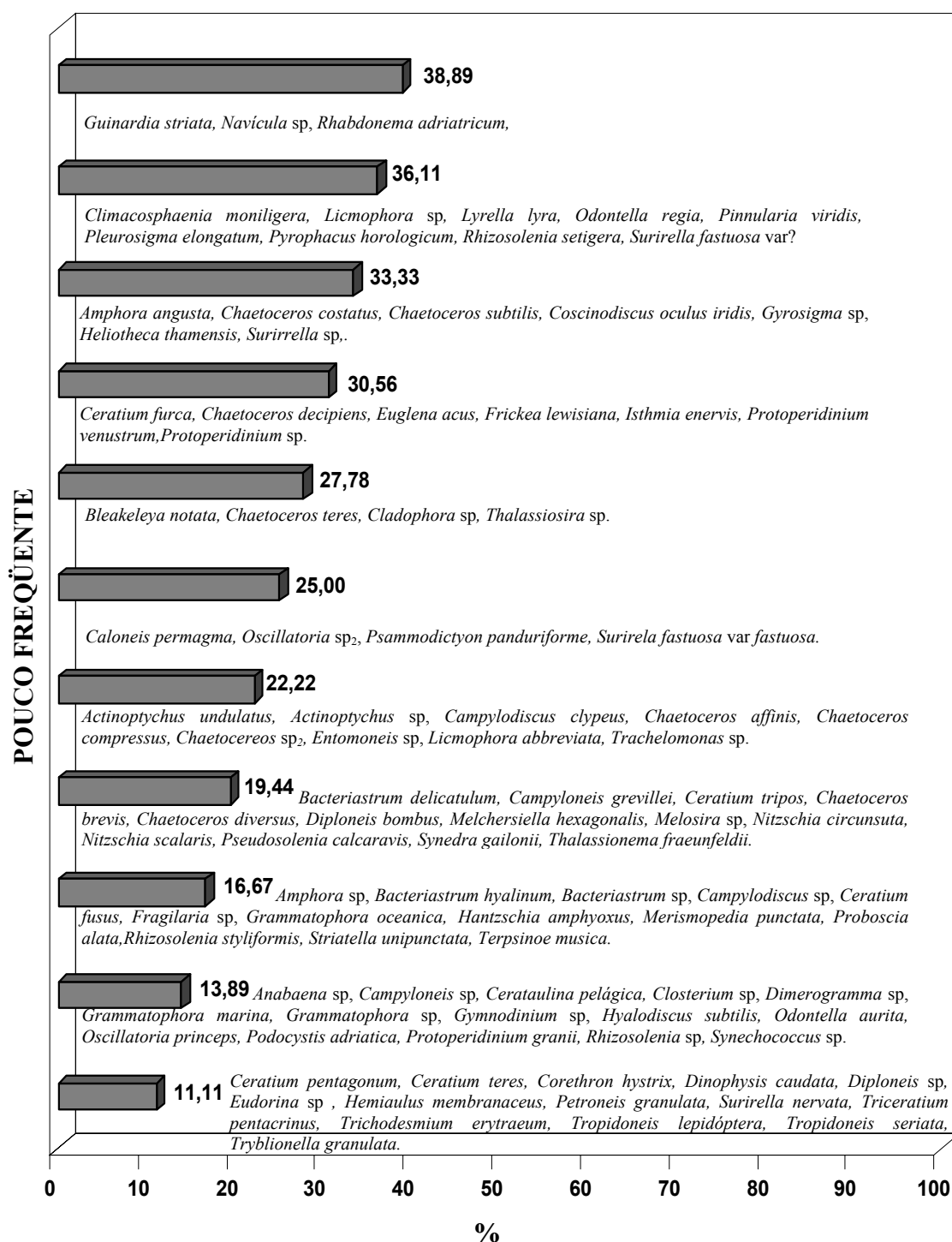


Figura 23. Frequência de ocorrência dos táxons pouco frequente no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

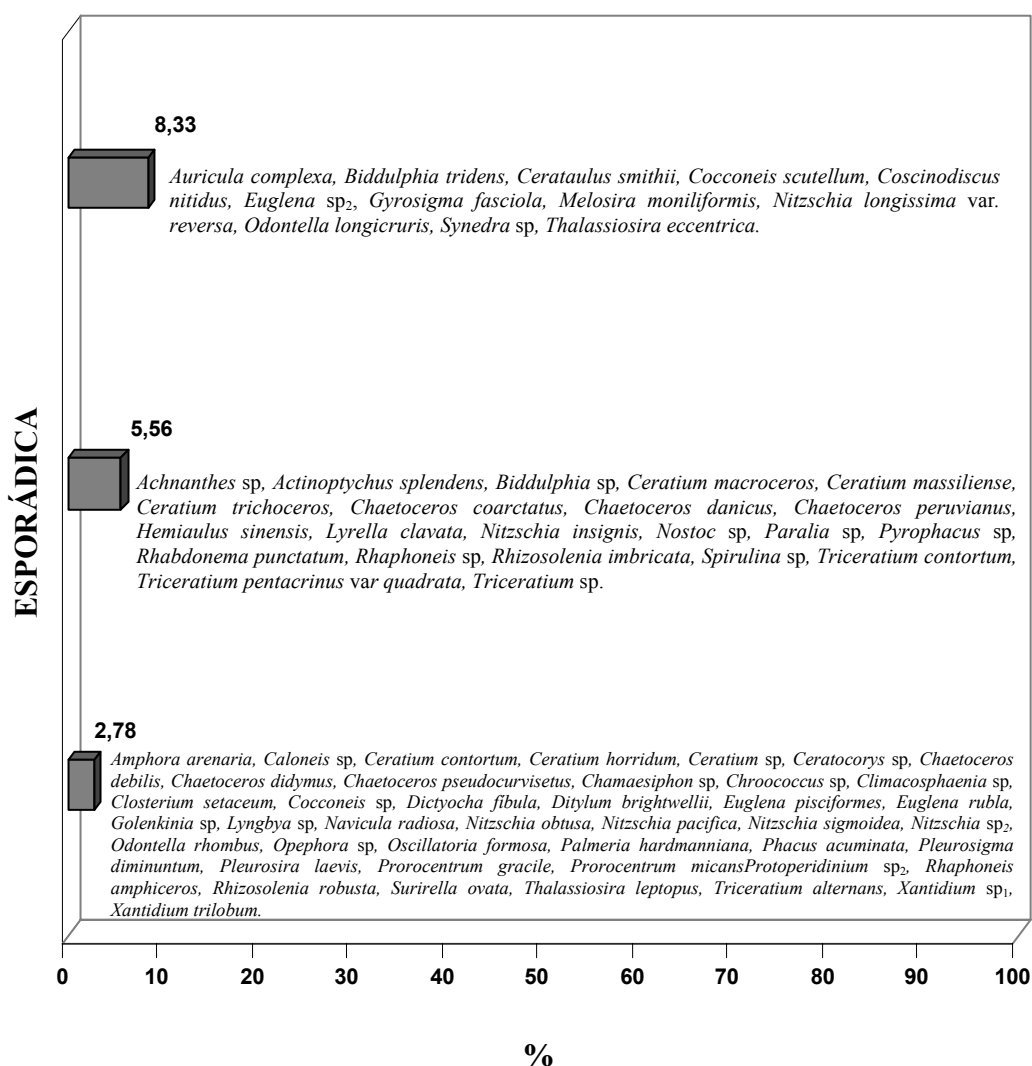


Figura 24. Frequência de ocorrência dos táxons esporádica no microfitoplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

4.3.6. Diversidade Específica (bits.cel^{-1}) e Equitabilidade

Os índices de diversidade específica, calculados com base no número absoluto de cada táxon infragenérico, indicaram que a comunidade fitoplanctônica, na área estudada, está caracterizada, de uma maneira geral, por uma diversidade, variando de muito baixa a alta.

Das 18 amostras analisadas durante o período chuvoso, 77,77% apresentaram valores inferiores a 3 bits.cel^{-1} e, deste percentual, 57,14% apresentaram diversidade, variando entre 2 e 3 bits.cel^{-1} , o que caracteriza este período como de média diversidade. A menor diversidade específica, durante o período, ocorreu na preamar da estação 2, em jul/02, em virtude da presença de *Coscinodiscus centralis* com uma abundância de 88,13%.

Com relação ao período de estiagem, observou-se, também, que o índice de diversidade específica caracterizou as amostras com diversidade de muito baixa a alta, sendo

que, das 18 amostras, 77,77% apresentaram valores inferiores a 3 bits.cel⁻¹, o que caracteriza a área, neste período, como de diversidade específica baixa. O menor valor foi de 1,11 bits.cel⁻¹, que ocorreu na preamar da estação 1, em out/02, e foi decorrente dos altos percentuais de abundância de *Chaetoceros costatus* (87,47%).

Os valores de equitabilidade nas 3 estações e durante os 2 períodos anuais confirmaram que as populações do microfitoplâncton apresentaram uma distribuição desigual tendo os valores variado entre 0,17 e 0,76 (Fig. 26)

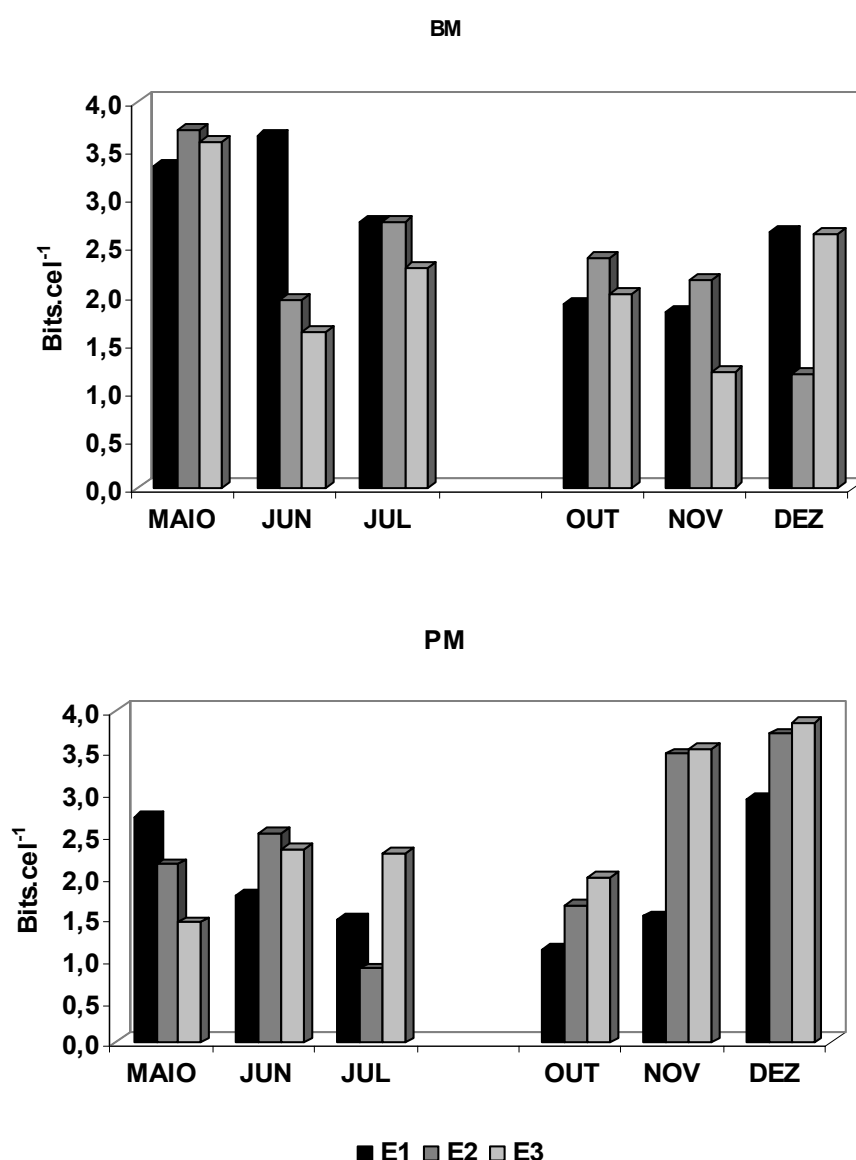


Figura 25. Variação da diversidade específica do microfitoplâncton durante a baixa-mar e a preamar no estuário do rio Formoso, Pernambuco, no período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

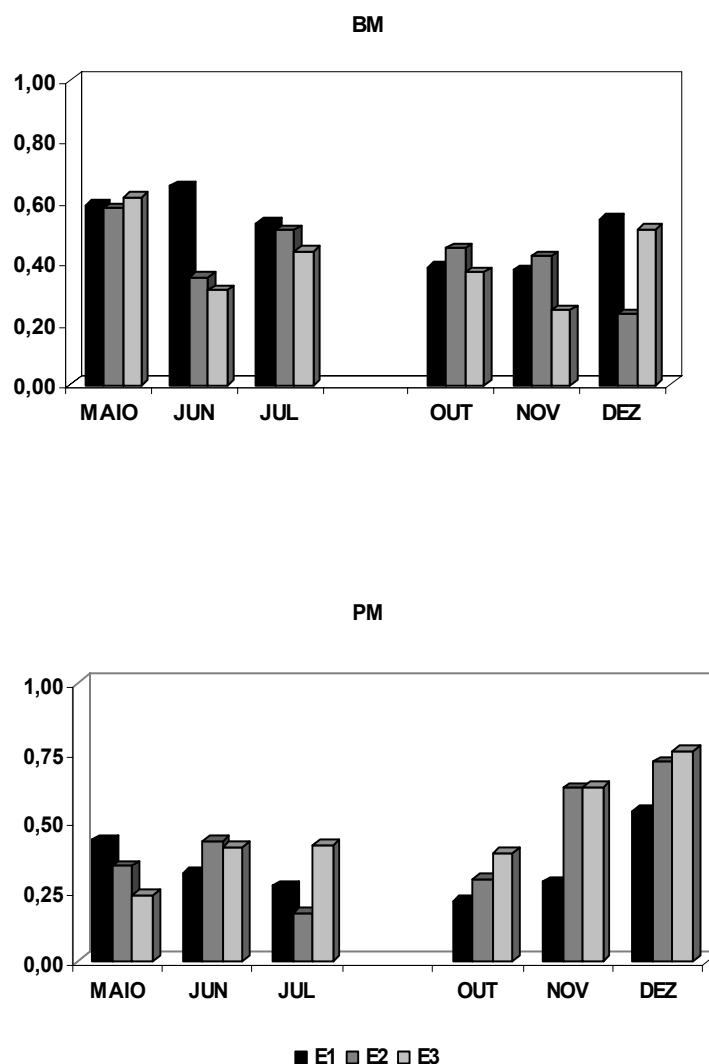


Figura 26. Variação da equitabilidade do microfitoplâncton durante a baixa-mar e preamar no estuário do rio Formoso, Pernambuco, no período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out., nov. e dez/02). E = Estação; BM = Baixa-mar; PM = Preamar.

4.3.7. Características Ecológicas da Flora

Os táxons infragenéricos identificados foram enquadrados nas seguintes categorias: marinhos planctônicos neríticos (22,97%), marinhos planctônicos oceânicos (27,70%), ticoplanctônicos (35,82%), estuarinos (6,08%) e de água doce (7,43%) (Tab. 4).

Analisando, comparativamente, a ocorrência de espécies ticoplanctônicas (35,82%) e marinhas planctônicas (50,67%), observou-se que os organismos marinhos constituem a maior parcela do microfitoplâncton, representando um total de 86,49% de todos os táxons, o que significa um forte predomínio das formas marinhas eurialinas (Tab. 3).

Na estação 1, os organismos **ticoplanctônicos** constituíram a maior parcela do microfitoplâncton, tendo sido identificados 39 táxons, representando 34,80% de todas as

espécies identificadas. Entre as espécies **marinhas planctônicas neríticas** e **oceânicas**, foram identificadas 29 espécies de cada, correspondendo a um percentual de 25,21%. Os organismos de **água doce** foram em número de 10, correspondendo a 8,69%, e as microalgas consideradas **estuarinas** constituíram 6,08% da flora, correspondendo a 7 espécies (Fig. 27).

Na estação 2, os organismos **ticoplanctônicos** também constituíram a maior parcela do microfitoplâncton, tendo sido identificados 45 táxons, representando 37,50% de todas as algas identificadas. As espécies **oceânicas** estiveram representadas por 36 espécies, correspondendo a um percentual de 30,00%. Entre as espécies **marinhas planctônicas neríticas** foram identificados 27 indivíduos, correspondendo a 22,50% da flora. Os organismos considerados **estuarinos** constituíram 5,82% da flora, correspondendo a 7 táxons, e as espécies consideradas de **água doce** foram em número de 5, correspondendo a 4,17% do total da flora identificada nesta estação (Fig. 27).

Na estação 3, os organismos **ticoplanctônicos** também constituíram a maior parcela do microfitoplâncton, tendo sido identificados 47 táxons, representando 39,83%. As espécies **oceânicas** estiveram representadas por 32 espécies, correspondendo a um percentual de 27,11%. Entre as espécies **marinhas planctônicas neríticas** foram identificados 29 indivíduos, correspondendo a 24,58% da flora. Os organismos considerados **estuarinos** constituíram 5,08% da flora, correspondendo a 6 táxons, e as espécies consideradas de **água doce** foram em número de 4, correspondendo a 3,40% do total da flora identificada nesta estação (Fig. 27).

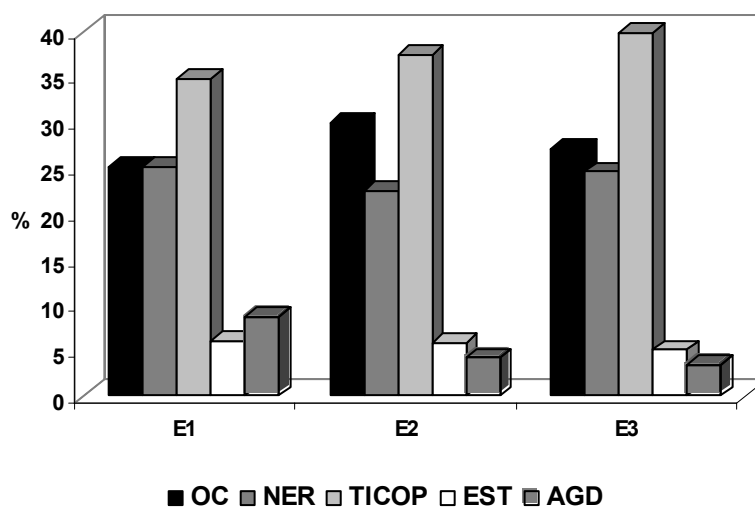


Figura 27. Distribuição percentual dos táxons baseada na classificação ecológica, no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun, jul/02) e de estiagem (out, nov, dez/02). OC - oceânica; NER-nerítica; TICOP- ticoplanctônica ; AGD- água doce; E = Estação.

Tabela 4 . ecologia dos táxons encontrados no estuário do rio Formoso, Pernambuco.

CATEGORIA		NÚMERO DE TÁXONS	%	TÁXONS
MARINHA PLANCÔNICA	NERÍTICA	34	22,97	<i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Auricula complexa</i> , <i>Bellerochea malleus</i> , <i>Biddulphia tridens</i> , <i>Bleakeleya notata</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Chaetoceros costatus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Chaetoceros danicus</i> , <i>Chaetoceros debilis</i> , <i>Chaetoceros decipiens</i> , <i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> , <i>Chaetoceros subtilis</i> , <i>Chaetoceros teres</i> , <i>Coscinodiscus nitidus</i> , <i>Coscinodiscus oculus iridis</i> , <i>Dinophysis caudata</i> , <i>Ditylum brightwellii</i> , <i>Heliotheca thamensis</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Hyalodiscus subtilis</i> , <i>Lithodesmium undulatum</i> , <i>Melchersiella hexagonalis</i> , <i>Nitzschia pacifica</i> , <i>Odontella longicruris</i> , <i>Odontella mobiliensis</i> , <i>Odontella regia</i> , <i>Palmeria hardmanniana</i> , <i>Pleurosira laevis</i> , <i>Protoperidinium venustum</i> , <i>Pseudonitzschia pungens</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> , <i>Striatella unipunctata</i> .
	OCEÂNICA	41	27,70	<i>Bacillaria paxillifera</i> , <i>Bacteriastrium delicatulum</i> , <i>Bacteriastrium hyalinum</i> , <i>Cerataulina pelágica</i> , <i>Ceratium contortum</i> , <i>Ceratium fusus</i> , <i>Ceratium horridum</i> , <i>Ceratium macroceros</i> , <i>Ceratium massiliense</i> , <i>Ceratium pentagonum</i> , <i>Ceratium teres</i> , <i>Ceratium trichoceros</i> , <i>Ceratium tripos</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Chaetoceros brevis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>Chaetoceros compressus</i> , <i>Chaetoceros didymus</i> , <i>Chaetoceros diversus</i> , <i>Chaetoceros peruvianus</i> , <i>Corethron hystrix</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>Dictyocha fibula</i> , <i>Entomoneis alata</i> , <i>Grammatophora oceânica</i> , <i>Guinardia striata</i> , <i>Hemiaulus membranaceus</i> , <i>Nitzschia sigmoidea</i> , <i>Proboscia alata</i> , <i>Prorocentrum gracile</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium granii</i> , <i>Pseudosolenia calcaravis</i> , <i>Pyrophacus horologicum</i> , <i>Rhizosolenia robusta</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Rhizosolenia styliformis</i> , <i>Thalassionema frauenfeldii</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiosira eccentrica</i> , <i>Thalassiosira leptopus</i> .
TICOPLANCÔNICA		53	35,82	<i>Actinopterychus splendens</i> , <i>Actinopterychus undulatus</i> , <i>Amphora angusta</i> , <i>Amphora arenaria</i> , <i>Biddulphia biddulphiana</i> , <i>Caloneis permagma</i> , <i>Campylodiscus clypeus</i> , <i>Campyloneis grevillei</i> , <i>Cerataulus smithii</i> , <i>Cerataulus turgidus</i> , <i>Climacosphaenia moniligera</i> , <i>Cocconeis scutellum</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Diploneis bombus</i> , <i>Grammatophora marina</i> , <i>Gyrosigma fasciola</i> , <i>Isthmia enervis</i> , <i>Licmophora abbreviata</i> , <i>Licmophora remulus</i> , <i>Lurella clavata</i> , <i>Lyrella Lyra</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , <i>Melosira dubia</i> , <i>Nitzschia insignis</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i> , <i>Nitzschia scalaris</i> , <i>Nitzschia sigma</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Odontella rhombus</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Petrodictyon gemma</i> , <i>Petroneis granulata</i> , <i>Pleurosigma elongatum</i> , <i>Pleurosigma diminutum</i> , <i>Pleurosigma naviculaceum</i> , <i>Podocystis adriatica</i> , <i>Psammodictyon panduriforme</i> , <i>Rhabdonema adriaticum</i> , <i>Rhabdonema punctatum</i> , <i>Surirella fastuosa</i> var.?, <i>Surirella fastuosa</i> var. <i>fastuosa</i> , <i>Surirella febigerii</i> , <i>Surirella nervata</i> , <i>Terpsinoe musica</i> , <i>Triceratium alternans</i> , <i>Triceratium contortum</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> , <i>Triceratium pentacrinus</i> var. <i>quadrata</i> , <i>Trichodesmium erythraeum</i> , <i>Tropidoneis lepidoptera</i> , <i>Tropidoneis seriata</i> , <i>Tryblionella granulata</i> .
ESTUARINA		9	6,08	<i>Frickea lewisiana</i> , <i>Gyrosigma balticum</i> , <i>Hantzschia amphyoxus</i> , <i>Nitzschia circumsuta</i> , <i>Nitzschia obtusa</i> , <i>Pinnularia viridis</i> , <i>Rhaphoneis amphiceros</i> , <i>Surirella ovata</i> , <i>Synedra gailonii</i> .
ÁGUA DOCE		11	7,43	<i>Closterium setaceum</i> , <i>Euglena acus</i> , <i>Euglena rubra</i> , <i>Euglena pisciformes</i> , <i>Fragilaria capuccina</i> , <i>Merismopedia punctata</i> , <i>Navicula radiosa</i> , <i>Oscillatoria formosa</i> , <i>Oscillatoria princeps</i> , <i>Phacus acuminata</i> , <i>Xanthidium trilobum</i> .

4.4. Análise Multivariada

4.4.1. Associação das amostras

A análise cofenética das amostras resultou em um $r = 0,88$, sendo, portanto, significativo. Foram evidenciados três grupos (Fig. 28), assim distribuídos:

No **grupo 1** – associaram-se as amostras da baixa-mar e da preamar do período chuvoso (maio, junho e julho);

No **grupo 2** – associaram-se, em sua maioria, as amostras da preamar do período de estiagem;

No **grupo 3** – incluiu a maioria das amostras da baixa-mar do período de estiagem.

4.4.2. Análise dos Componentes Principais (ACP)

Os três primeiros fatores explicaram 56,76% da variação dos dados (Fig. 29, Tab. 5).

O **Fator 1** explica 31,74% da variação, estando a *Nitzschia sigma* diretamente correlacionada com o nitrito, o nitrato, a biomassa, a pluviometria e o coeficiente de extinção de luz e inversamente correlacionada com a salinidade, a temperatura, o pH, a profundidade, maré e a transparência da água (Secchi).

O **Fator 2** explica 14,12% da variação e associou positivamente *Odontella mobiliensis* com o fosfato e o silicato e negativamente com o oxigênio dissolvido e com a taxa de saturação.

O **Fator 3** explica 10,90% da variação e associou positivamente *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus centralis*, *Lithodesmium undulatum* e *Odontella mobiliensis*.

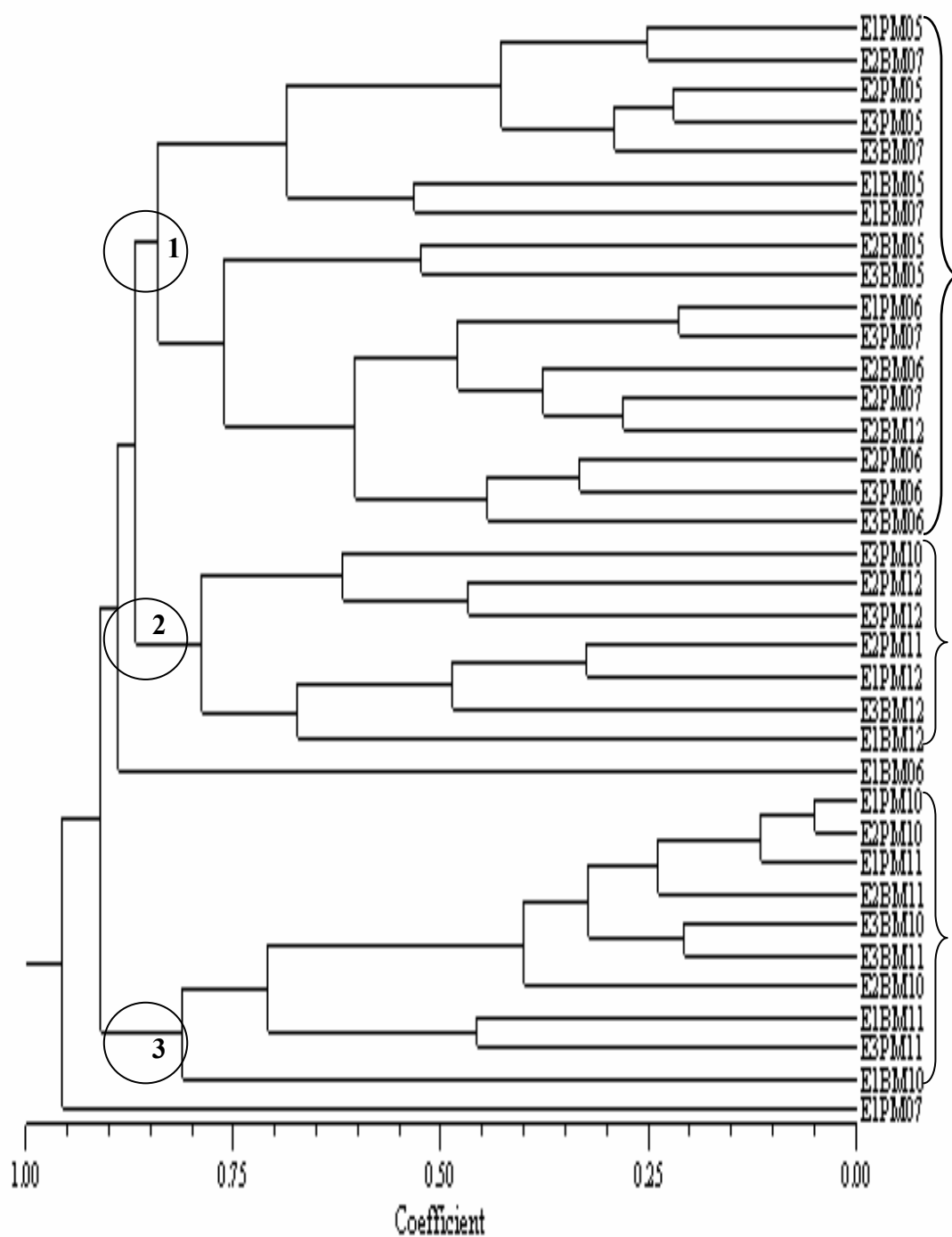


Figura 28. Dendrograma da associação das amostras, no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante o período chuvoso (maio, jun e jul/02) e de estiagem (out., nov e dez/02).

Tabela 5. Contribuição dos táxons fitoplancônicos e dos parâmetros ambientais aos três primeiros componentes principais no estuário do rio Formoso, Pernambuco.

TÁXON E PARÂMETROS	TÁXONS E PARÂMETROS ABREVIADOS NA ACP	FATOR 1 (31,74%)	FATOR 2 (14,12%)	FATOR 3 (10,90%)
<i>Bacillaria paxillifera</i>	Bpaxi	0.0676	0.5146	0.5928
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Chaelore	-0.1318	-0.4547	0.3641
<i>Coscinodiscus centralis</i>	Ccentra	-0.0123	-0.2712	0.3854
<i>Lithodesmium undulatum</i>	Lundul	-0.2562	-0.0284	0.6963
<i>Nitzschia sigma</i>	Nsigma	-0.6978	0.2487	-0.2671
<i>Odontella mobiliensis</i>	Omobil	0.1539	0.5671	0.3865
<i>Paralia sulcata</i>	Psulcata	0.2954	-0.3135	0.4777
Oxigênio dissolvido	OD	0.4307	-0.5375	-0.1156
Taxa de Saturação do O ₂	Txsat	-0.1919	-0.2772	0.0561
Salinidade	Sal	0.9443	0.0356	0.0722
Temperatura	Temp	0.7394	0.3584	-0.1149
pH	pH	0.6814	-0.2651	0.0545
Nitrito	Nitrito	-0.8390	-0.2250	0.1922
Nitrato	Nitrato	-0.5985	-0.4171	0.3610
Fosfato	Fosfato	-0.2711	0.3527	-0.3291
Silicato	Silicato	-0.3552	0.5878	0.4656
Biomassa	Biom	-0.7425	-0.2239	-0.2568
Pluviometria	Pluv	-0.6888	-0.5479	0.0773
Profundidade	Profun	0.4766	-0.4371	0.3144
Maré	Maré	0.5314	-0.5279	-0.2751
Transparência da água	Secchi	0.8110	-0.0695	-0.0435
Coef. de ext. da luz (K)	Coef(K)	-0.8477	-0.0024	-0.2265

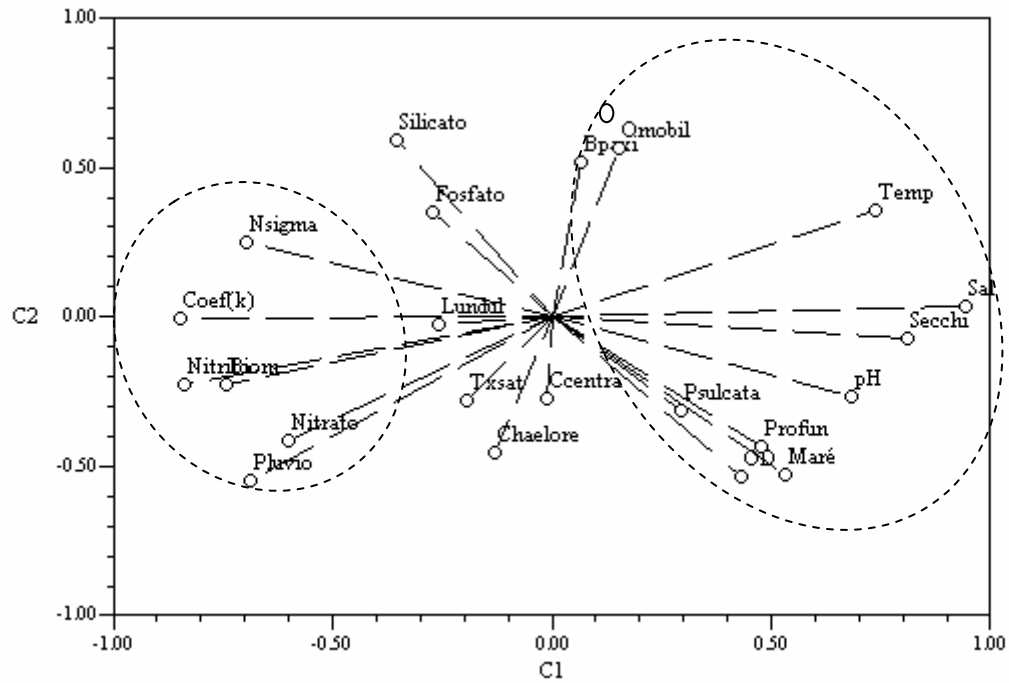


Figura 29. Contribuição dos táxons fitoplancetônicos e parâmetros ambientais aos três primeiros componentes principais, no estuário do rio Formoso , Pernambuco.

5. DISCUSSÃO

Em áreas tropicais e subtropicais o regime pluviométrico parece ser o principal fator que controla a distribuição, a abundância e a 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).

Vários autores, como Eskinazi-Leça et al. (1984), Moura (1991), Travassos (1991), Moreira (1994), Feitosa (op cit.), têm salientado a importância fundamental da influência pluviométrica sobre a produção e a biomassa fitoplanctônica e os parâmetros físico-químicos nos ambientes estuarino e costeiro.

A média pluviométrica dos últimos doze anos (1991 a 2002), para a região sul do Estado de Pernambuco, mostrou-se inferior ao total de chuvas do ano de realização das coletas, demonstrando que no ano de 2002 o índice pluviométrico esteve acima dos padrões normais.

Nesse sentido, a variação pluviométrica condicionou alterações sazonais nos parâmetros oceanográficos estudados no estuário do rio Formoso, tendo uma influência marcante na biomassa fitoplanctônica e no aporte de nutrientes, cujos maiores valores foram registrados no período chuvoso, o que foi confirmado pela Análise dos Componentes Principais (ACP), observando-se uma forte correlação direta da pluviometria com o nitrito, o nitrato, a biomassa e o coeficiente de extinção da luz e uma inversa com o pH, a salinidade, a temperatura, a maré, a profundidade e a transparência da água.

Esse padrão de variação pluviométrica sazonal também foi observado em outras áreas estuarinas do Nordeste: por Passavante (1979), no canal de Santa Cruz (PE); por Feitosa (op cit.), no estuário do rio Goiana (PE); por Moura (1992), no estuário do rio Paraíba (PB); por Losada (2000), nos estuários dos rios Ilheta e Mamucaba e na baía de Tamandaré (PE); por Branco (2001), no sistema estuarino de Barra das Jangadas (PE), entre outros.

Padrão diferente do acima citado foi registrado por: Oliveira (1985), no estuário do rio Potengi (RN); Feitosa (1988), na bacia do Pina (PE); e Travassos (1991), no estuário do rio Capibaribe (PE), onde a menor concentração da biomassa ocorreu no período chuvoso devido à grande quantidade de material em suspensão e, conseqüentemente, à redução da camada fótica.

Nos estuários, de uma maneira geral, as variações sazonais que ocorrem nos fatores ambientais, como salinidade, temperatura, sais nutrientes, turbidez e outros, são influenciadas

não só por fatores climatológicos, como a precipitação pluviométrica, mas também pelos movimentos periódicos de marés, contribuindo de forma bastante acentuada nas variações hidrológicas características destas regiões (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), que varia de -0,2 a 2,7m, exercendo, assim, uma forte influência na região costeira, principalmente em nível estuarino, alterando certos parâmetros oceanográficos em virtude do elevado hidrodinamismo local (BRANCO, 2001).

Como já era de se esperar, no estuário do rio Formoso, a maré teve uma maior influência sobre a distribuição do microfitoplâncton e sobre os parâmetros hidrológicos. De acordo com a ACP, a maré esteve correlacionada, diretamente, com a profundidade, a transparência da água, o pH, a temperatura, a salinidade e inversamente com a pluviometria, a biomassa, o nitrito, o nitrato e o coeficiente de extinção da luz.

A profundidade, segundo Branco (op. cit.), é também considerada um parâmetro importante a ser analisado, principalmente em áreas sob forte influência da maré, que ajuda no desprendimento de sais nutrientes retidos no sedimento, dispersando-os na coluna d'água.

No estuário estudado, este parâmetro variou em função da altura da maré e da topografia local e, de acordo com a ACP, esta variável teve uma correlação direta com a maré, a transparência da água, o pH, a temperatura e a salinidade e inversa com o nitrito, o nitrato, a biomassa e a pluviometria.

Por outro lado, a temperatura, que é uma variável física, tem uma ação direta sobre a periodicidade e a distribuição dos organismos aquáticos. Assume grande importância na produtividade biológica da água, cujos ritmos dependem dela, sendo considerada um dos fatores ecológicos decisivos dentro dos sistemas e o 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.

No que concerne ao ambiente estuarino, as características térmicas de suas águas, segundo Sassi e Watanabe (1980), são controladas fundamentalmente pela insolação. O aquecimento provocado por este fenômeno ocorre de duas maneiras: absorção direta da radiação solar pela massa d'água ou pelas areias e fundos lodosos expostos, que transferem o calor acumulado para a coluna d'água nos sucessivos períodos de imersão.

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 pelas águas e sedimentos, provenientes da radiação solar. Além das águas dos rios e do fluxo de água salgada, as variações de temperatura nos estuários são função, também, de sua profundidade e da coloração do sedimento, da precipitação pluviométrica e da latitude local (LIRA et al, 1978).

Segundo Passavante (1979), a temperatura desempenha papel fundamental na alteração da taxa de fotossíntese e na respiração das algas planctônicas; sua mudança causa efeito nos processos químicos, incluindo os processos enzimáticos. Gradualmente as algas se adaptam às novas temperaturas, tendo menor influência em baixas que em altas latitudes.

Na área estudada, a temperatura da água mostrou uma discreta variação sazonal, sendo os valores mais baixos registrados no período chuvoso. Com relação à variação espacial, houve uma discreta variação nos valores médios entre as três estações. Este padrão foi evidenciado também no sentido superfície/fundo, indicando não haver uma acentuada estratificação térmica, fato que pode estar associado à transferência de calor acumulado dos fundos lodosos e coroas, que ficam expostos durante a baixa-mar, para a massa d'água. A ausência de estratificação térmica acentuada pode permitir uma distribuição vertical mais homogênea dos nutrientes, contribuindo, dessa forma, para a comunidade fitoplanctônica.

Este padrão sazonal também foi observado por: Teixeira et al. (1969), no estuário do rio Baguassu, Cananéia (SP); Passavante (1979), no canal de Santa Cruz (PE); Moura (1991), na baía de Tamandaré (PE); Feitosa (1988, 1996), na bacia do Pina (PE) e no estuário do rio Goiana (PE); Moreira (1994), no estuário do rio Cocó (CE); Koenig (1997), no estuário do rio Ipojuca (PE); Andrade (1999), no estuário do rio Maracáipe (PE).

De acordo com a ACP, verificou-se que a temperatura teve uma correlação direta com a salinidade, o pH, a profundidade, a maré e a transparência da água e uma inversa com o nitrito, o nitrato, a biomassa, a pluviometria e o coeficiente de extinção da luz.

Um outro fator limitante do desenvolvimento fitoplanctônico é a luz. Nas regiões tropicais, este parâmetro não chega a ser um fator limitante, uma vez que, ao longo de todo o ano, existe disponibilidade luminosa suficiente para o processo fotossintético, exceto em certas circunstâncias em que a sua penetração passa a ser limitada.

Dessa forma, a atenuação da radiação solar nos trópicos está em maior dependência da quantidade de nuvens e do vapor d'água contidos na atmosfera que, propriamente, de suas variações sazonais, já que estas são bem menores se comparadas com as regiões de médias e altas latitudes (QASIM, BHATTATHIRI, ABIDI, 1968). Em regiões estuarinas, além destes

fatores, a atenuação da luz depende da turbidez da água, cuja camada fótica é bem maior em mar aberto. Essa turbidez é provocada pelo fluxo dos rios, pelo transporte de mar aberto e a pela própria mistura do estuário, provocando consideráveis variações diurnas na penetração de luz, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo (TUNDISI, 1970; PERKINS, 1974). Além destas influências, o próprio plâncton pode ser um outro fator que contribui para bloquear a penetração da luz.

Dessa forma, os fatores anteriormente mencionados, além de provocarem a absorção da luz logo nos primeiros centímetros de profundidade, diminuem a transparência da água, reduzindo assim sua camada fótica.

Portanto, na área estudada, a transparência da água variou em função da maré e do regime pluviométrico, com valores mais elevados associados às preamares e ao período de estiagem.

De acordo com a ACP, a transparência da água teve uma correlação direta com a maré, a profundidade, o pH, a temperatura e a salinidade, e uma inversa com o nitrito, o nitrato, a biomassa e a pluviometria.

Este padrão sazonal de transparência da água também foi observado por: Passavante (1979), no canal de Santa Cruz (PE); Moura (1991), na baía de Tamandaré (PE); Moreira (1994), no estuário do rio Cocó (CE); Feitosa (1988, 1996), na bacia do Pina e no estuário do rio Goiana (PE); Flores Montes (1996), no canal de Santa Cruz (PE); Santos-Fernandes (1997), no estuário do rio Jaguaribe (PE); Lousada (2000), no estuário dos rios Ilhetas e Mamucaba e baía de Tamandaré (PE); Branco (2001) no sistema estuarino de Barra das Jangadas (PE), entre outros. No entanto padrões diferentes foram observados por Kutner e Aidar-Aragão (1986), Cananéia (SP), e Melo Magalhães (2000), no complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba (AL), onde os valores de transparência da água foram maiores no período chuvoso.

Ainda com relação a este parâmetro foi observada uma variação espacial com valores decrescendo da estação mais externa para a mais interna.

Nas regiões estuarinas tropicais, o parâmetro hidrológico principal, depois das marés, 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).

Segundo Flores Montes (1996), a salinidade é um parâmetro de comportamento conservativo, ou seja, não é produzida ou consumida dentro do sistema, apenas diluída. Por outro lado, segundo Feitosa (1988), é um fator hidrológico muito importante na distribuição

dos organismos de uma forma geral, tornando-se até mesmo uma barreira ecológica para os organismos considerados estenoalinos.

Os estuários são caracterizados por marcadas variações diurnas e sazonais de salinidade. Estas variações são devidas principalmente à variação das marés e/ou ao fluxo de água doce dos rios. Segundo Macêdo (1974), a variação da salinidade em estuários tropicais é provocada principalmente pelo aporte de água doce dos rios e pela evaporação.

Na área estudada, a salinidade apresentou uma nítida sazonalidade, com menores teores no período chuvoso. Além do regime pluviométrico, um outro fator que contribuiu para as variações de salinidade foi o regime de maré, com os maiores teores sendo registrados nas preamares. De acordo com os resultados e baseando-se na classificação de Veneza, observou-se que a área estudada apresentou regimes variando do oligoalino ao eualino. Pôde-se perceber, também, que a salinidade influenciou a composição microfitoplanctônica, predominando no ambiente as espécies marinhas eurialinas.

A distribuição vertical da salinidade, ao longo da área estudada, não revelou diferenças marcantes, à exceção da estação 1 nas baixas-marés. No geral, as diferenças nos valores de salinidade entre as águas de superfície e as de fundo não ultrapassaram a 2, principalmente nas estações mais costeiras (2 e 3), coincidindo com o observado por Lira et al. (1979), que, ao analisarem a dinâmica deste ecossistema e baseados no princípio de estratificação e circulação de Hansen e Rattray (1966), o classificaram como tipo 1, ou seja, bem misturado.

Do ponto de vista da distribuição espacial, foi observado um gradiente crescente de salinidade da estação 1 para a estação 3, com maiores variações entre as estações 1 e 2 e menores entre a 2 e a 3. Na área estudada, além de existirem condições favoráveis à livre penetração da maré salina, não se verifica um fornecimento expressivo de água doce pelos cursos d'água que lá deságuam. Segundo Lira et al. (op. cit.), o rio Arinquindá, um dos mais importantes afluentes do rio Formoso, é paralelo à linha da praia em grande parte do seu curso, apresentando também gradiente menor que o do rio Formoso, sendo, provavelmente, pouco significativo como um curso d'água que influi no processo de mistura ou de diluição das águas.

Os mesmos padrões de sazonalidade e espacialidade foram encontrados por: Nascimento (1980), no estuário do rio Botafogo (PE); Moura Júnior (1997), no estuário do rio Vaza-Barris (SE); Andrade (1999), no estuário do rio Maracaípe (PE); Melo Magalhães (2000), no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba (AL); Branco (2001), no sistema estuarino de Barra das Jangadas (PE).

De acordo com a Análise dos Componentes Principais, a salinidade esteve diretamente correlacionada com a temperatura, a maré, a transparência da água e o pH, e inversamente correlacionada com a biomassa, o coeficiente de extinção de luz, a pluviometria, o nitrito e o nitrato.

Outro componente químico importante para os processos bioquímicos e biológicos é o oxigênio dissolvido na água, pois este tem ação direta no metabolismo dos organismos, como, por exemplo, na respiração, bem como participa dos processos de oxidação da matéria orgânica e de compostos químicos como a amônia e o nitrito. Além disso, segundo Flores Montes (1996), é um importante indicador de áreas poluídas, uma vez que baixas concentrações poderão indicar uma poluição química, física ou orgânica e valores muito elevados, processos de eutrofização.

Na área estudada, os valores obtidos para o oxigênio dissolvido revelam uma discreta variação sazonal, sendo esta sazonalidade mais evidente durante a baixa-mar, ocorrendo os menores percentuais no período chuvoso. Padrão sazonal também foi observado por Bastos (2002) no estuário do rio Una (PE), sendo que os maiores valores foram registrados no período chuvoso, diferentemente do observado por Melo Magalhães (2000), no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba e Losada (2000), no estuário dos rios Ilhetas e Mamucaba, as quais não observaram variação sazonal.

Como o teor de oxigênio dissolvido na água está diretamente relacionado com alguns processos e parâmetros, tais como a troca gasosa existente entre a água e a atmosfera, a fotossíntese, a respiração, a decomposição aeróbica da matéria orgânica, a temperatura, a salinidade, entre outros, fica difícil uma afirmação sobre suas variações no meio líquido, principalmente em se tratando de uma região estuarina, por ser este um ambiente altamente dinâmico. No entanto, o fator mais provável para o menor teor de oxigênio, observado no período chuvoso em baixa-mar, pode ser atribuído à decomposição de matéria orgânica, uma vez que nesse período deve ter ocorrido um maior aporte de matéria orgânica pelo rio em virtude das chuvas, fato que foi corroborado pelo aumento de sais nutrientes nesse período.

Pôde-se perceber, também, que a concentração de oxigênio na área estudada variou mais em função da maré do que em relação ao ciclo sazonal. A tendência geral foi de maiores valores na preamar. Este tipo de variação em relação às marés também foi observado por: Santos-Fernandes (1997), no estuário do rio Jaguaribe-PE; Koning (1997), no estuário do rio Ipojuca-PE; Feitosa et al (1999), na bacia do Pina-PE; Branco (2001), no sistema estuarino de Barra das Jangadas-PE.

Mediante o sistema de classificação de Macêdo e Costa (1978) quanto à taxa de saturação do oxigênio, pôde-se concluir que a área estudada, no geral, apresentou-se, durante a baixa-mar, como zona de baixa saturação (50 - 100%) e, na preamar como zona saturada (> 100%). Ao compararmos estes resultados com os obtidos por Nascimento et al. (2002), na bacia do Pina (PE), e por Travassos (1991), no rio Capibaribe (PE), os quais classificaram os referidos estuários, durante a baixa-mar, como zona poluída, percebe-se que as condições ambientais estão melhores no estuário do rio Formoso.

Já o pH da água, além de ser importante para as variáveis químicas de interesse ambiental, como, por exemplo, alcalinidade e dióxido de carbono (CO_2), pode ser usado como indicador de alterações do estado fisiológico dos organismos. Suas mudanças no meio aquático estão diretamente relacionadas ao ciclo do CO_2 . Durante o dia, os vegetais clorofilados utilizam-no para a produção de energia, havendo liberação de oxigênio e, paralelamente, incremento do pH. No período noturno, pelo contrário, todos os organismos do meio liberam CO_2 através da respiração, e este reage com os carbonatos e a água para formar bicarbonatos, os quais, quando dissociados, liberam íons de hidrogênio (H^+), reduzindo o pH (CAVALCANTI, 2003). Para Sassi e Watanabe (1980), a variação do pH, nos estuários, depende do fluxo e refluxo das marés e da quantidade de água doce proveniente dos tributários.

No ambiente estudado, prevaleceu um pH alcalino havendo uma diminuição no período chuvoso. Portanto, este parâmetro favoreceu a comunidade fitoplanctônica.

Este tipo de variação sazonal também foi observado por Resurreição (1996), na plataforma continental de Pernambuco, e Nascimento (2001), na bacia do Pina (PE), enquanto Melo Magalhães (2000), estudando o complexo estuarino-lagunar Mandaú/Manguaba (AL), relata um aumento nos valores de pH durante o período chuvoso, fato este justificado pela autora como sendo devido à maior atividade fotossintética.

De acordo com a ACP, o pH mostrou uma correlação direta com a temperatura, a salinidade, a maré e a transparência da água e uma inversa com a biomassa, o coeficiente de extinção da luz, o nitrito e o nitrato.

Além dos parâmetros anteriormente mencionados, destacam-se, também, nos ecossistemas estuarinos, os sais nutrientes que podem apresentar-se na forma nitrogenada (NH_3^+ , NO_2^- e NO_3^-), silicato e fosfato, e que, juntamente com a luz, podem ser fatores limitantes da produção fitoplanctônica. A distribuição dos nutrientes nestes corpos d'água é controlada por processos físicos, topográficos, químicos, biológicos e sedimentológicos

(ANDE e XISAN, 1989), tendo como principais fontes às descargas fluviais e águas de drenagem terrestre provocadas pelas chuvas.

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, 1996).

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.

Na área estudada, o padrão de distribuição da concentração dos nutrientes nitrogenados (NO_2^- , NO_3^-) foi bem caracterizado por variações entre os dois regimes de marés, com teores mais elevados durante a baixa-mar. Ocorreu ainda uma sensível elevação no período de maior precipitação pluviométrica, evidenciando uma contribuição da drenagem terrestre no aporte destes sais. Comparando-se estes dois nutrientes, verificou-se que o nitrito apresentou as mais baixas concentrações, fato esperado, uma vez que este tem a capacidade de rápida oxidação, sendo convertido em nitrato.

Foi observado também que os maiores teores destes nutrientes coincidiram com as mais altas concentrações de clorofila *a*, evidenciando, dessa forma, que estes não foram limitantes do processo fotossintético, fato confirmado pela análise dos componentes principais em que nitrito e nitrato correlacionaram-se diretamente com a biomassa, a pluviometria e o coeficiente de extinção da luz e inversamente com a maré, a transparência da água, a profundidade, o pH, a temperatura e a salinidade.

Padrões semelhantes também foram observados por: Koenig (1997), no estuário do rio Ipojuca (PE); Moura Júnior (1997), no estuário do rio Vaza-Barris (SE); Santos-Fernandes (1997), no estuário do rio Jaguaribe (PE), Flores Montes (1998), no canal de Santa Cruz (PE) e Melo Magalhães (2000), no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba (AL).

O fósforo, por sua vez, encontra-se dissolvido nas formas orgânica e inorgânica, estando presente na água do mar, principalmente, na forma inorgânica, conhecida como ortofosfato (BONEY, 1989).

Kuhl (1967), comenta que, de todos os elementos químicos, os quais são essenciais para o crescimento e a reprodução da matéria viva, o fósforo exerce um papel muito importante, sendo um dos componentes de um dos mais importantes compostos energéticos, o ATP (adenosina-trifosfato).

As águas estuarinas geralmente são ricas em nutrientes, particularmente, silicato, nitrato e fosfato, embora as suas concentrações sejam características de cada estuário, podendo ser significativamente afetadas por influências de águas oceânicas, geralmente pobres, e pelo consumo através do fitoplâncton e de algas bentônicas (CAVALCANTI, 2003).

Cavalcanti (op. cit), estudando as variações das condições hidrológicas e da clorofila *a* associadas ao cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* na região estuarina do rio Paraíba do Norte (PB), não verificou grandes diferenças nas concentrações de fosfato entre as marés, como também não evidenciou variações sazonais, caracterizando o ambiente como em permanente processo de homogeneização pela ação das marés. Da mesma forma, Nascimento et al. (2002) observaram, na bacia do Pina (PE), que as variações dos valores desse nutriente não foram acentuadas tanto quanto as dos nutrientes nitrogenados, assinalando um equilíbrio entre os processos de adição e remoção.

Na área estudada, os teores de fosfato apresentaram uma discreta variação sazonal com concentrações um pouco mais elevadas no período chuvoso, com exceção da estação 1, nos meses de novembro e dezembro, quando se observou concentração bem mais elevada, fato que pode ser atribuído a uma maior descarga de esgotos domésticos, uma vez que neste mesmo período houve a dominância de *Trachelomonas* sp, que é uma espécie, segundo Palmer (1969), bioindicadora de área rica em matéria orgânica.

Moura (1992), ao estudar o estuário do rio Paraíba do Norte (PB), e Sassi (1987), analisando o fitoplâncton da formação recifal da Ponta do Seixas (PB), também consideraram a descarga de esgotos domésticos como a principal fonte de enriquecimento deste nutriente naqueles ambientes.

Losada (2000), analisando este nutriente nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (PE), registrou teores mais elevados no período de estiagem; da mesma forma, Flores Montes (1996), no canal de Santa Cruz (PE); Moura (1991), na baía de Tamandaré (PE); e Travassos (1991), no estuário do rio Capibaribe (PE).

Baseado na análise dos componentes principais verificou-se que o fosfato apresentou uma correlação direta muito baixa com o silicato e inversa com oxigênio dissolvido e com a taxa de saturação do oxigênio.

Diferentemente dos demais nutrientes, a importância das concentrações de silicato no meio está intimamente relacionada à ecologia das diatomáceas, cuja frústula de sílica é a base estrutural da parede celular (DARLEY, 1982). Para Moreira (1994), a disponibilidade de sílica na água é de vital importância para este grupo de microalgas, pois dela dependem os

processos de reprodução, crescimento e produção desses organismos, influenciando diretamente na distribuição dos mesmos nos corpos de água naturais.

Na área estudada, o silicato apresentou variação sazonal em ambas as marés, sendo que, na baixa-mar, as maiores concentrações foram observadas no período de estiagem, fato que pode ser explicado por um menor consumo pelas diatomáceas, uma vez que neste período foram registradas as menores concentrações de biomassa. Já em relação às marés, foram registradas maiores concentrações de silicato nas baixas-marés em virtude do aporte continental.

Padrão semelhante de sazonalidade foi observado por: Feitosa (1996), no estuário do rio Goiana (PE); Branco (2001), no sistema estuarino de Barra das Jangadas (PE) e por Flores Montes (1996), no canal de Santa Cruz (PE), onde o mesmo, além de justificar o aumento 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.

No entanto, padrões diferentes foram registrados por Prego et al. (1995), no Galiciam Ria, Espanha, onde o autor associa as menores concentrações do 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), também observou maiores concentrações de silicato no período chuvoso, tanto na preamar como na baixa-mar.

De uma 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.

Segundo Smayda (1983), é importante caracterizar a variabilidade da clorofila em 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.

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

No estuário do rio Formoso, os teores de clorofila *a* estiveram mais elevados durante o período chuvoso, principalmente durante a baixa-mar, fato que pode ser justificado pelo incremento de sais nutrientes derivados da drenagem terrestre pelas chuvas. Isto parece indicar não ser a luz o fator limitante no estuário, e sim que a sua biomassa está condicionada às variações de pluviometria da região, uma vez que, mesmo com a diminuição da transparência da água nesse período, verificaram-se os maiores teores. Observou-se, também, que as maiores concentrações de clorofila *a* ocorreram no mês de junho, onde foi registrado o maior índice pluviométrico do ano, sendo este mês o que mais contribuiu para que houvesse a variação sazonal. Espacialmente, foi verificado que, no geral, as concentrações de clorofila *a* apresentaram valores crescentes da estação 3 para a estação 1, devendo-se ao fato da estação 1 receber um maior aporte de sais nutrientes.

Padrão sazonal semelhante foi observado em áreas próximas ao estuário do rio Formoso, como o registrado por: Moura e Passavante (1994/1995), que, ao analisarem a biomassa fitoplanctônica da baía de Tamandaré (PE), condicionaram as variações de biomassa à pluviometria; por Koenig (1997), no estuário do rio Ipojuca (PE), onde a autora justifica que os valores elevados de clorofila *a* se deram em função de os organismos fitoplanctônicos terem produzido maior número de cloroplastos em decorrência do aumento de turbidez da água e da baixa intensidade luminosa; Bastos (2002) no estuário do rio Una (PE), que associa o aumento de clorofila *a* ao maior índice pluviométrico. Este mesmo padrão também foi observado por Melo Magalhães (2000) no complexo estuarino lagunar Mundaú/Manguaba (AL).

Já Feitosa (1988) analisando a produção primária do fitoplâncton na bacia do Pina (PE), registrou teores mais elevados de clorofila *a* durante o período de estiagem, atribuindo este fato a uma maior transparência da água, visto que, no período chuvoso, a grande quantidade de material em suspensão reduziu a camada fótica, inibindo o desenvolvimento fitoplanctônico. O mesmo foi observado por Moreira (1994), no estuário do rio Cocó (CE), por Moura Júnior (1997), no estuário do rio Vaza-Barris (SE), e Losada (2000), nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba.

De acordo com a análise dos componentes principais, a biomassa teve uma correlação direta com a pluviometria, com a taxa de extinção de luz, o nitrito e o nitrato e inversa com a transparência da água, a maré, a profundidade, o pH, a temperatura e a salinidade.

Através das concentrações de clorofila *a* registradas na presente pesquisa, pôde-se caracterizar o ambiente estudado como eutrófico, uma vez que os teores estiveram em média

de 20,00mg.m⁻³, mostrando ser uma área capaz de dar suporte a uma comunidade de consumidores primários e, conseqüentemente, aos outros elos da cadeia trófica.

As características físicas e químicas prevaletentes 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.

A comunidade fitoplanctônica identificada no estuário do rio Formoso esteve representada por 204 táxons infragenéricos distribuídos em 6 Divisões: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Pyrrophyta*, *Bacillariophyta*, *Chrysophyta*, *Chlorophyta* e 8 classes taxonômicas *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae*, *Dinophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae*, *Chlorophyceae*.

Destes, 153 táxons (75%) pertencem ao grupo das diatomáceas, comprovando a dominância destas microalgas na área estudada, destacando-se tanto na diversidade de espécies quanto no número de indivíduos, confirmando assim trabalhos pretéritos realizados em estuários do litoral pernambucano, como os de Eskinazi-Leça (1967, 1974), Barros-Franca (1980), Koenig e Eskinazi-Leça (1987/89), Koenig (1997), Feitosa (1988), Silva-Cunha et al. (1987/89), Barros-Franca e Batista (1991), Lacerda (1994), Silva-Cunha (2001), Branco (2001).

Nos estuários de Pernambuco, as diatomáceas têm sido consideradas como as mais importantes do fitoplâncton, as quais podem dominar em mais de 80% da comunidade. Silva-Cunha et al. (1993), ao analisarem vários estuários do referido estado, observaram que a presença destas microalgas está associada ao maior volume de águas costeiras que normalmente penetram nestes ambientes e, aliado a isto, à pequena vazão dos rios existentes.

Os referidos autores concluíram que as espécies de diatomáceas mais comuns nestes ecossistemas foram: *Entomoneis alata*, *Asterionella japonica*, *Belleriochea malleus*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Odontella longicruris*, *Odontella mobiliensis*, *Climacosphenia moniligera*, *Cocconeis scutellum*, *Grammatophora marina*, *Guinardia striata*, *Gyrosigma balticum*, *Melosira moniliformis*, *Rhabdonema adriaticum*, *Rhizosolenia calcaravis*, *Skeletonema costatum*, *Surirella febigerii*, *Thalassionema nitzschioides* e *Triceratium pentacrinus*. Estas microalgas também ocorreram no estuário do rio Formoso, corroborando o estudo acima citado.

Dentre as diatomáceas de maior destaque, tanto em frequência de ocorrência como em abundância, na área estudada, estão: *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros* sp, *Chaetoceros* sp₂, *Chaetoceros lorenzianus*, *Coscinodiscus centralis*,

Thalassionema nitzschioides, *Odontella mobiliensis*, *Bacillaria paxillifera*, *Lithodesmium undulatum*, *Paralia sulcata* e *Nitzschia sigma*.

Algumas espécies se destacaram não por terem sido frequentes e/ou abundantes, mas por serem registradas apenas em um período anual, tanto no referido trabalho como em estudos realizados por Eskinazi-Leça et al (1980 a) e Silva-Cunha (2001) no canal de Santa Cruz (PE). Dentre estas, para o período chuvoso, estão: *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros coarctatus*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Chaetoceros didymus*, *Corethron hystrix*, *Chaetoceros peruvianus*, *Nitzschia longissima* var. *reversa*, *Nitzschia obtusa*, *Proboscia alata*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Rhaphoneis amphiceros*; e para o período de estiagem: *Chaetoceros costatus* e *Nitzschia circumsuta*.

A análise dos componentes principais indicou que os parâmetros bióticos e abióticos analisados explicaram grande parte das variações ocorridas no estuário do rio Formoso, demonstrando que as espécies e os fatores com maior papel ecológico foram *Paralia sulcata*, *Odontella mobiliensis* e *Bacillaria paxillifera*, que se relacionaram diretamente com a salinidade, a temperatura, a transparência da água, a maré e o pH, indicando o aporte de águas marinhas na área uma vez que estas espécies, segundo Moreira-Filho et al. (1999), são marinhas.

Esta análise também revelou que a espécie *Nitzschia sigma* teve uma correlação inversa com a salinidade, demonstrando que a pluviometria e o aporte dos sais nitrogenados (nitrito e nitrato) foram importantes para sua abundância e frequência, principalmente no período chuvoso.

Este padrão também foi observado por Feitosa et al. (1999), no estuário do rio Goiana, sendo que, naquele estuário a espécie *Nitzschia sigma* teve uma correlação direta com a salinidade.

Como *Nitzschia sigma* apresentou uma correlação direta com a pluviometria no estuário do rio Formoso e com a salinidade no estuário do rio Goiana, e que segundo Moreira-Filho et al. (op. cit.), esta é uma espécie ticoplanctônica, pode-se concluir que a resuspensão dos sedimentos, promovido pelo fluxo de águas, foi o fator que favoreceu sua frequência na área.

Os dinoflagelados foram o segundo grupo do microfitoplâncton, destacando-se o gênero *Ceratium* como o mais representativo. Segundo Passavante (1979), Koenig e Macêdo (1999) e Eskinazi-Leça et al. (2000), as espécies mais comuns em áreas costeiras e estuarinas de Pernambuco são: *Ceratium breve*, *Ceratium contortum*, *Ceratium furca*, *Ceratium macroceros*, *Ceratium massiliense* e *Ceratium pentagonum*, sendo este gênero

normalmente bem representado na listagem taxonômica de trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica.

Estes organismos 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. Vivem grande parte de sua vida nos sedimentos, sob a forma de cistos ou quistos, formando os chamados bancos de cistos. Em certos períodos do ano, os cistos germinam, dando origem a formas que se dividem em ritmo acelerado originando, em alguns casos, espécies produtoras de toxinas (DODGE, 1982; TAYLOR, 1987; DELGADO e FORTUÑO, 1991).

Apesar das exigências ecológicas dos dinoflagelados, vários de seus representantes têm preferências por mares tropicais, com salinidade maior que 30 e raramente maior que 40, porém algumas espécies podem ser encontradas em áreas estuarinas onde a salinidade é mais baixa, embora mostrem melhor desenvolvimento em áreas com salinidades em torno de 15, como a maioria das espécies de *Ceratium* (SMAYDA, 1958; TAYLOR, op cit.).

Este fato foi observado no estuário do rio Formoso, onde as espécies do gênero *Ceratium* apresentaram maior diversidade nas estações com maior influência marinha (2 e 3) e cujos teores de salinidades estiveram variando entre valores citados por Smayda e Taylor (op. cit.).

De acordo com Silva-Cunha (2001), os componentes deste grupo têm sido considerados elementos importantes em áreas estuarinas e, juntamente com as diatomáceas, constituem a maior parcela do microfitoplâncton. Porém, seus percentuais de ocorrência, muito raramente, ultrapassam as diatomáceas.

Outros grupos de algas também são comuns em ambientes estuarinos, como as cianofíceas e as euglenofíceas. Na microflora planctônica do estuário do rio Formoso, o grupo das cianofíceas foi pouco representativo qualitativamente, no entanto, o gênero *Oscillatoria* evidenciou-se por apresentar um maior número de espécies.

Smayda (1983) relata que as cianofíceas e as euglenofíceas se tornam importantes quando a salinidade decresce, estando bem adaptadas aos habitats de água doce.

Dentre as euglenofíceas registradas no estuário do rio Formoso, destacaram-se, tanto em frequência de ocorrência como em abundância no período de estiagem, as espécies *Phacus acuminata*, esta abundante no mês de outubro, *Trachelomonas* sp, dominante no mês de novembro e abundante em dezembro, ambas na estação 1, durante a baixa-mar, e *Euglena* sp,

espécie muito freqüente, porém rara. Estas espécies são bioindicadoras de áreas ricas em material orgânico (PALMER, 1969; PRESCOTT, 1975).

Levando-se em consideração que nestes meses não houve precipitações pluviométricas suficientes para promover um maior fluxo de águas continentais para o estuário, e que houve um aumento de fosfato nos meses de novembro e dezembro, acompanhado de uma redução de sais nitrogenados, nutrientes estes mais requisitados pelas microalgas, acredita-se que a abundância destas algas pode ser justificada por um maior aporte de substâncias orgânicas promovido, provavelmente, por um aumento de despejos orgânicos derivados de esgotos domésticos na cidade de Rio Formoso.

Outros fatores, segundo Levinton (1982), é que a herbivoria e a excreção realizada pelo zooplâncton fornecem ao meio grandes quantidades de fósforo, permitindo aos organismos clorofilados uma rápida regeneração e um crescimento acelerado.

As clorofíceas são algas verdes, que 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.

A sua participação na composição microfitoplanctônica da área estudada foi pouco expressiva e sem um padrão bem definido. As espécies *Cladophora* sp, *Closterium setaceum*, *Closterium* sp, *Closteriopsis* sp, *Eudorina* sp, *Golenkinia* sp, *Xantidium trilobum* e *Xantidium* sp foram os táxons inventariados, sendo estes característicos de ambiente continental.

O grupo de menor representatividade na composição do microfitoplâncton foi o silicoflagelado, representado pela espécie *Dictyocha fibula*. Este grupo é constituído por organismos exclusivamente marinhos e planctônicos, comumente encontrado em ambientes oligotróficos (CHRETIENNOT-DINET, 1990). Não são autóctones, sendo sua presença, nestes ambientes, um indicativo do aporte de águas marinhas.

Independentemente do grupo dominante, a composição florística em estuários está diretamente relacionada ao fluxo e refluxo das marés, os quais, dependendo do grau de influência das águas continentais e costeiras, podem influir diretamente na salinidade, determinando áreas de maior ou menor teor salino. Por esse motivo, a flora é composta principalmente por espécies marinhas eurialinas, com maiores resistências às variações de salinidade, e em menor número, por espécies introduzidas por aportes terrígenos (SILVA-CUNHA, 2001).

Levando-se em consideração os diversos regimes de salinidade, no estuário estudado predominaram as espécies marinhas eurialinas, com um percentual bem superior ao daquelas consideradas marinhas estenoalinas, verdadeiramente estuarinas e oligoalinas.

Dentre os organismos enquadrados nesta classificação, foram registrados no estuário do rio Formoso os gêneros *Asterionellopsis*, *Chaetoceros*, *Biddulphia*, *Coscinodiscus*, *Surirella*, *Ceratium*, *Protoperidinium*, entre outros. Encontraram-se em percentuais menos significativos, os organismos estenoalinos, como o gênero *Bacteriastrum*, *Hemiaulus*, *Rhizosolenia*, *Dinophysis*, que não toleram salinidades inferiores a 30, e os oligoalinos, como *Euglena* e *Phacus*.

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 os estudos ecológicos do plâncton é a diversidade específica, cuja variação informa sobre a estrutura e a dinâmica do sistema.

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 a 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 durante o período de estudo apresentaram uma variação de 0,89 a 3,91 bits.cel.⁻¹, dos quais 58,33% foram inferiores a 2,5 bits.cel.⁻¹.

Flores Montes (1986), 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.

No entanto, Chellappa et al. (2000), estudaram a variação da diversidade do fitoplâncton no estuário do rio Potengi (RN), durante os anos 1990 – 1999, e constataram uma ampla faixa de variação (1,028 a 4,265 bits.cel.⁻¹). Nesse estudo, foi observado que o índice de diversidade específica foi reduzido consideravelmente, ano a ano, em virtude de despejos domésticos e industriais, alta concentração de metais pesados e desmatamento do manguezal para prática do cultivo de camarão, acarretando, assim, a ausência de uma importante diatomácea, *Skeletonema costatum*, espécie de ampla distribuição geográfica e altamente requerida por larvas planctônicas para o seu desenvolvimento.

Em outras áreas estudadas, como nos estuários do rio Ipojuca (KOENING, 1997), do rio Paripe (LACERDA et al, 1998), nos de outros estados do Nordeste do Brasil como no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe (MOURA JUNIOR, 1997), bem como no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas (MELO MAGALHÃES, 2000), foi registrada uma alta diversidade específica da flora planctônica estuarina, decorrente da presença de espécies de origens diferentes, ou seja, água doce, marinha e do bentos.

No estuário do rio Formoso, a diminuição do índice de diversidade específica, para valores inferiores a 2,5 (58,33% dos dados) esteve relacionada à dominância de algumas espécies alóctones, como, por exemplo: *Coscinodiscus centralis* (88,13%), *Chaetoceros costatus* (87,47%), *Chaetoceros curvisetus* (70,64%), *Trachelomonas* sp (70,47%) e *Phacus acuminata* (64,38%). Estas espécies podem ser consideradas oportunistas, com altas taxas de reprodução.

Estes resultados comprovam que a estrutura da comunidade fitoplanctônica deste ambiente, com característica eutrófica, é definida pela dominância de algumas espécies, apesar de apresentar heterogeneidade espacial, o que justifica os altos valores de diversidade específica que ocorreram em algumas estações.

6. CONCLUSÕES

- A precipitação pluviométrica e a maré foram os parâmetros que mais influenciaram na variação da biomassa, nos parâmetros hidrológicos e na distribuição da microflora planctônica;
- O regime de salinidade variou do oligoalino para o eualino e permitiu classificar o estuário como sendo do tipo bem misturado (homogêneo);
- As concentrações de oxigênio dissolvido não apresentaram valores críticos, demonstrando que a área estudada, do estuário do rio Formoso, apresenta uma alta capacidade de renovação devido o aporte de águas marinhas;
- As concentrações de biomassa e de sais nutrientes caracterizaram o estuário como um ambiente eutrófico;
- O fitoplâncton apresentou uma composição florística bastante diversificada distribuída entre as classes *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae*, *Dinophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae* e *Chlorophyceae*.
- As diatomáceas que caracterizaram a microflora planctônica do estuário do rio Formoso - PE, foram: *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros* sp, *Chaetoceros* sp₂, *Chaetoceros lorenzianus*, *Coscinodiscus centralis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Odontella mobiliensis*, *Bacillaria paxillifera*, *Lithodesmium undulatum*, *Paralia sulcata* e *Nitzschia sigma*.
- As variações das condições nutritivas da água foram responsáveis pelas alterações na estrutura das populações fitoplanctônicas, refletindo-se por oscilações da diversidade específica em consequência do desenvolvimento das espécies “oportunistas”.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDE, F.; XISAN, J. Tidal effect on nutrient exchange in Xiangshan Bay, China. **Marine Chemistry**, Amsterdam, v. 27, n. 3/4, p. 259-281. 1989.

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. **Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil**. Arquivos do Instituto Ciências da Terra da Universidade do Recife, Recife, v. 3/4, p. 17-28, 1965.

ANDRADE, G. T. das C. **biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Maracaípe (Ipojuca-Pernambuco)**. 1999, 46f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)-Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Comissão de Estudos de Documentação. **Numeração progressiva das seções de um documento**: procedimento. NBR 6024 Rio de Janeiro. 1989a. 3 p.

_____. Comissão de Estudos de Documentação. **Sumário**: procedimento. NBR 6027. Rio de Janeiro. 1989b. 2 p.

_____. Comissão de Estudos de Referências. **Informação e documentação - Referência – Elaboração**. procedimento. NBR 6023. Rio de Janeiro, 2000. 22 p.

_____. Comissão de Estudo de Documentação. **Informação e documentação - Trabalhos Acadêmicos - Apresentação**. procedimento. NBR 14724. Rio de Janeiro, 2001a. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Comissão de Estudo de Documentação. **Informação e documentação - Apresentação de citações em documentos**. procedimento. NBR 10520. Rio de Janeiro, 2001b. 4 p.

BALECH, E. **Los Dinoflagelados Del Atlântico Sudoccidental**. Publicaciones Especiales Instituto Espanhol de Oceanografia. Madrid: Ministério da Agricultura y Alimentacion, 1988, 310 p. (Publicaciones Especiales)

BARROS-FRANCA, L. M. de. **Composição e aspectos ecológicos do fitoplâncton do rio Botafogo (PE)**. 1980. 118f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BARROS-FRANCA, L. M ; BATISTA, R. N. Distribuição e abundância do fitoplâncton do complexo estuário lagunar de Suape. In: Encontro de Plâncton, 4., 1990, Recife **Anais...** Recife: EDUFPE, 1991. p. 97-116.

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

BATISTA, G. J. **Estudos preliminares sobre o manguezal e a comunidade zooplanctônica associada como bioindicadores da qualidade ambiental do estuário do rio Formoso - PE (Brasil) e aspectos sócio-econômicos**. 2000, 28f. Monografia (Especialização em Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

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

BONEY, A. D. **Phytoplankton**. 2º Ed. London: E. Arnald, 1989. 118 p.

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

BRANCO, E. de S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil)**.

2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BRASIL. Ministério da Marinha. **Tábua das marés - 2001**. Rio de Janeiro. Disponível em www.dhn.mar.mil.br/. Acesso em: 19 de julho de 2003.

BRASIL. Conselho Nacional de Estatística. Normas de Apresentação Tabular. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 18-42, 1963.

BRAY, R. J. e CURTIS, J. T. An ordination of the upland forests communities of Southern Wisconsin. **Ecological monographs**. 1957. 27. p. 325-349.

CAVALCANTI, L. B. **Variações das condições hidrológicas e da clorofila *a* associadas ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931), na região estuarina do rio Paraíba do Norte (Paraíba – Brasil)**. 2003. 146p. Tese (Doutorado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CHELLAPPA, N. T.; OLIVEIRA, C. R. M. Phytoplankton diversity and primary productivity evaluation of potengi estuary of natal in relation to anthropogenic impact during the period of 1990 - 1999. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects**, Recife, 2000. 1 CD-ROM.

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

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).

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

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

COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. Crustáceos da região de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico**. CEPENE, Tamandaré, v. 3, n. 1, p. 57-80, 1995.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE (CPRH). **Plano De gestão, Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro – ZEEC – APA de Guadalupe Litoral Sul de Pernambuco**. Recife: CPRH, 1998a, 60 p.

_____. **Diagnóstico Sócio-Ambiental APA de Guadalupe – Litoral Sul de Pernambuco**. Recife: CPRH, 1998b, 111 p. [+ 4 mapas em bolso].

_____. **Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco**. Recife: CPRH, 1999, 91 p.

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

CUPP, E. D. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. **Bulletin of the Institution of Oceanography**. Berkeley, CA: University California. Technic. ser v. 6, p. 1-237, 1943.

DARLEY, W. M. **Algal Biology: a physiological approach**. Oxford: Blackwell Scientific

Publications, 1982. 168 p. (Basic Microbiology).

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

DESIKACHARY, T.V. **Cyanophyta**. New Delhi: Indian Council of Agricultural Reserch, 1959. 686 p.

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

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudo da Barra de Jangada. Parte IV. Distribuição das diatomáceas. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 7/8, p. 73-104, 1967.

_____. **Composição e distribuição do microfitoplâncton na região do canal de Santa Cruz (Pernambuco – Brasil)**. 1974. 129f. Tese (Livre docência). Instituto de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

_____.; BARROS-FRANCA, L. M. Ocorrência de *Biddulphia regia* (Schultze) Estenfeld na região estuarina de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 26., 1974, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SBPC. Suplemento de Ciência e Cultura, 1974. 26 (7). p. 206.

_____.; FRANCA, L. M. de B.; MACÊDO, S. J. de. Estudo ecológico da área de Itamaracá (Pernambuco – Brasil). XXIV. “Standing stock” do fitoplâncton do estuário do rio Botafogo, durante janeiro a dezembro/75. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 18, p. 153-192, 1984.

_____.; KOENING, M. L. Estudo Ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil. Fitoplâncton de viveiros estuarinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2., 1980, Recife. **Anais...** Recife: SUDENE, 1981. p. 222-229.

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

_____.; MACÊDO, S. J.; PASSAVANTE, J. Z. de O. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. V. Composição e distribuição do microplâncton na região do canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 15, p. 185-262, 1980a.

_____.; PASSAVANTE, J. Z. de O. Ocorrência de *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg na região estuarina de Itamaracá (Pernambuco). **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 7, p. 206, 1974.

_____.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; BARROS-FRANCA, L. M. de. Composição do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu - PE. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, v. 29, p. 163–167, 1980b.

_____.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; CHAMIXAES, C. B. C.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; FEITOSA, F. A. N. Microalgas. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V.(Ed.). **Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectiva**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil, Sessão Regional de Pernambuco, 1996. p. 61-78.

FEITOSA, F. A. N. **Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil)**. 1988. 270f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

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

FEITOSA, F. A. N; PASSAVANTE, J. Z de O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton na Baía do Pina (Recife- Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 22, p. 65-82, 1991/93.

_____.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; LINS, I. C. Estrutura do microfitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v.27, p. 17-25. 1999.

FIDEM. **Proteção das áreas estuarinas**. Recife, 1987. (Séries Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente), 40 p.

FLORES MONTES, M. J. **Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE**. 1996. 124f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

_____. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no Canal de Santa Cruz, Itamaracá – PE – Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v.26 (1), p. 13-26. 1998.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Normas de Apresentação Tabular**. 3.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 62 p.

GOMES, P. F., NASCIMENTO, A. E. ; OKADA, K.; NASCIMENTO SHARI'A, A. E.; TAVARES, S.; SACONI, A. M.; MANZI, J. T. Environmental aspects of the ecosystems of rio Formoso, Pernambuco – Brazil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects**, Recife, 2000. 1 CD-ROM.

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

HANSEN, D. V.; RATTRAY JR, M. New dimensions in estuary classification. **Limnol. Oceanogr.** Lawrence, v. 11, n. 3, p. 319-326, July, 1966.

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, 1996. p. 596.

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

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

HUSTEDT, 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. 1930. 920 p. (L.Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deustschland, Österreich und der_Schweiz, v. 7, pt. 1)

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

_____. **Die Kieselaagen**. 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 Deustschland, Österreich und der Schwiz, v. 7, pt. 3, n. 1-4).

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Biomassa e Fracionamento do Fitoplâncton no Estuário do Rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 20, p. 53-76, 1987/89.

KOENING, M. L. **Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implementação do Porto de Suape (PE, Brasil)**. 1997. 263f. Tese (Doutorado em Botânica) Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

KOENING, M. L., et al. Biomassa fitoplanctônica no estuário do rio Capibaribe (Recife – Pernambuco – Brasil). **Arquivo Biológico Tecnológico**. Curitiba, v. 38, n. 4, p. 1071-1083, 1995.

_____.; 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.

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

KUTNER, M. B. B.; AIDAR- ARAGÃO, E. Influência do fechamento do Vale Grande sobre a composição do fitoplâncton na região de Cananéia (25° S 48° W) In: BICUDO, C. E. de M.; TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G. Algas: A energia do amanhã. **Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, p. 109 – 120, 1986.

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.

_____.; 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 de Pernambuco**, Recife: v 26, n.2, 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.

LEVINTON, J. S. **Marine Ecology**. Prince-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 525p. 1982.

LIMA, D. G. de.; REGO, R. C. P.; SILVA, V. L. da; SILVA, A. M. B.; PAIVA, S. C.; SALGUEIRO, A. A. Qualidade da água do rio formoso desde a nascente até o estuário, Pernambuco, Brasil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects**, Recife, 2000. 1 CD-ROM.

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

_____.; ZAPATA, M. C.; FONSECA, V. G. da.. Aspectos da dinâmica do estuário do Rio Formoso, Pernambuco. **Caderno Ômega**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, v. 3, n. 1/2 , p. 133-156, 1979.

_____ e FONSÊCA, V. G. Composição e distribuição faciológica do estuário do rio Formoso –PE. **Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v. 5, p. 77-104. 1980.

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

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

_____.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco - Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 30, n. 7, 368 p. 1978.

MARGALEF, R. Diversit. In: SOURNIA, A. (ed.). **Phytoplankton manual**. Paris: UNESCO, p. 251 – 260, 1978.

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

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

MIRANDA, B. M.; CASTRO, B. M.; KJERFEVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002. 411 p.

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

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

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 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**

brasílica. Recife: v. 6, n. 1/2, p. 87-110, 1994/1995.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. T.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, Recife: v.27, n.1, p. 55-90, 1999.

MOURA, G. F. de. **Comportamento diurno e sazonal de parâmetros fitoplanctônicos e hidrológicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Estado da Paraíba, Brasil**. 1992. 206p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

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

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

MULLER-MELCHERS, F. C.; FERRANDO, H.J. Técnicas para el estudio de las diatomeas. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo: v.7, n 1/2 , p. 151-160, 1956.

NASCIMENTO, D. A. **Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá – PE**. 1980, 108f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

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

NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. de O. NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. do; PARANHOS, J. D. N. Zooplâncton da área estuarina do rio Formoso –PE. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v.23, p.55 – 64, 1994/1995.

OLIVEIRA, D. B. F. de. **Produção primária do fitoplâncton no estuário do Rio Potengi (Natal – RN)**. 1985. 168f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PALMER, M. C. A composite rating of algae tolerating organic pollution. **Repr. Journal of Phycology**, vol.5, 1: 78-92, 1969.

PARSONS, T. R., STRICKLAND, J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments, with revised equations of ascertaining chlorophyll *a* and carotenoids. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 21, n. 3, p. 155-163. 1963.

PASSAVANTE, J. Z. 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. São Paulo.

PASSAVANTE, J. Z. de O. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXVI. Biomassa do nano e microfitoplâncton do Canal de Santa Cruz. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 16, p. 105-156, 1981.

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.

_____ e FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. 2. Biomassa primária do fitoplâncton. In: ENCONTRO DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, 3, 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, p. 363-371, 1989.

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

_____. **Diatomaceés marines de France et des districtes maritimes voisins**. Amsterdam: Asher, 1897-1908, v.2, 137 p.

PERKINS, E. J. **The biology of estuaries and coastal waters**. London, New York: Academic Press, 1974. 665 p.

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

POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-eletric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, London, v. 16, p. 297-324, 1929.

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

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western great lakes area**. 6. ed. USA. Copyright: by Cranbrook Institute of Science, 1975, 977 p. ISBN 0-697-04552-8.

PRITCHARD, D. W. What is an estuary: physical viewpoint. In: LAUFF, G. H. (Ed). **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1967. p. 3-5.

QASIM, S. Z.; BHATTATHIRI, P. M. A.; ABID, S. A. H. Solar radiation and its

penetration in tropical estuary. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 2, p. 87-102, 1968.

RESURREIÇÃO, M. G., PASSAVANTE, J. Z. de 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'' a 34°52'00'' long. W). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de PE**, Recife, v. 24, p. 39-59. 1996.

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

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

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

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

SASSI, R. **Fitoplâncton da formação recifal da Ponta do Seixas (Lat. 7°9'16'' S, Long. 34°47'35'' W), Estado da Paraíba, Brasil: composição, ciclo anual e alguns aspectos físico-ecológicos**. 1987, 163f. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SASSI, R.; WATANABE, T. Estudos ecológicos básicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Fitoplâncton e fatores hidrológicos. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2, 1980. **Anais...** Belém, Sociedade Brasileira de Plâncton, v. 02, p. 305-313, 1980.

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary,

northeastern Brazil: composition, distribution and qualitative remarks. **Boletim do Instituto Oceanográfico de SP**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 93-115. 1991.

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

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; ALMEIDA, C. D. P. Taxonomia e Ecologia do Microfitoplâncton do Estuário do Rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v. 20, p. 35-52, 1987/89.

_____.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1990. 318 p.

_____.; _____.; NEWMANN-LEITÃO, S. Abordagem ecológica da ficoflora planctônica em áreas estuarinas do Estado de Pernambuco – Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO, 3; 1993, México, **Resumos...** México: Universidade Nacional Autônoma de México, 1993, p. 122.

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

SILVA, I. de G. **Variação sazonal e espacial da produção, biomassa e densidade fitoplanctônica no estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco - Brasil)**. 1992. 153f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, I. de G.; KOENING, M. L. Variação sazonal e espacial da densidade fitoplanctônica no estuário do rio Paripe – Itamaracá – Pernambuco- Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45; 1993, Recife. **Anais...** Recife: SBPC, 1993. p. 685.

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. Biogeographical studies of marine phytoplankton. **Oikos**. Copenhagen. v. 9, n.2, p.158-191, 1958.

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

SÔNIA – SILVA, G.; MELLO, R. de L. S.; NASCIMENTO, A. E. A sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal do rio Formoso, Pernambuco, Brasil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects**, Recife, 2000a. 1 CD-ROM.

_____. NASCIMENTO, A. E. de; MELLO, R. de L. S.; NUNES, F. S.; ARAÚJO, H. A. S.; OLIVEIRA da SILVA, K. A. J.; SANTOS, S. M. M.; MOURA, E. F. Distribuição espaço-temporal da macrofauna no manguezal do rio Formoso, Pernambuco, Brasil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects**, Recife, 2000b. 1 CD-ROM.

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.

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

SOUZA E SILVA, E. O microplâncton de superfície nos meses de setembro e outubro na Estação Inhaca (Moçambique). Lisboa: **Memórias da Junta de Investigação Ultramar**. 2ª série. n. 18, 1960, 56 p.

SPIES, A.; PARSONS, T. R. Estuarine microplankton: An 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. 387-589p.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2 Ed. **Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 - 211, 1972

SUDENE. **Região Nordeste do Brasil: Praia dos Carneiros** (1:25000). Sudene: s.n., 1974a, (folha SC.25-V-A-V-2-SE).

SUDENE. **Região Nordeste do Brasil: Rio Formoso** (1:25000). Sudene: s.n., 1974b, (folha SC.25-V-A-V-2-SO).

TAVARES, S. et al. Estudo botânico e ecológico do mangue do município de rio Formoso, Pernambuco-Brasil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: Challenges and prospects**, Recife, 2000. 1 CD-ROM.

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.; TUNDISI, J. G.; SANTORO-YCASA, J. Plankton studies in a mangrove environmental. IV. Primary production zooplankton “standing stock” and some environmental factors, **Internationale Revue Gesamtem Hydrobiology**, Berlin, v. 54, n.2, 289 p. 1969.

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

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife-Pernambuco**. 1991. 288f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) –

Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

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

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

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

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica – Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 177p.

VALENTIN, J. L.; MACÊDO-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**. Pontal do Sul: v. 6, n. 1/2 , p. 7-26, 1991.

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

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.

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

APÊNDICE

Apêndice A. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) registrada na estação Meteorológica de Porto de Galinhas (Ipojuca – Pernambuco) durante os anos de 1991 a 2002.

Ano Mês	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	MÉDIA
Janeiro	-	141,3	20,1	140,5	19,8	94,2	19,9	42,8	33,6	193,4	48,8	164,0	83,5
Fevereiro	7,4	212,1	25,9	96,2	18,1	38,8	88,2	20,3	27,3	83,4	38,7	219,8	73,0
Março	153,3	277,5	119,9	132,4	237,6	209,5	175,5	113,9	110,7	115,1	177,0	237,7	171,7
Abril	224,3	242,1	179,4	199,8	169,4	394,2	446,9	83,3	5,6	452,9	149,9	125,5	222,8
Maiο	479,4	87,8	157,0	523,2	435,7	160,3	397,7	56,2	135,8	134,3	9,6	192,8	230,8
Junho	211,0	401,8	203,4	509,8	500,2	262,7	161,9	136,1	121,3	689,8	380,6	446,7	335,4
Julho	296,1	226,7	169,6	321,3	323,3	318,4	168,6	162,2	173,6	635,0	218,9	175,5	265,8
Agosto	199,0	147,9	94,3	143,5	71,2	199,7	113,2	212,2	91,4	35,0	136,3	161,5	133,8
Setembro	35,2	149,2	24,0	200,2	18,3	153,9	16,7	32,7	28,0	207,0	22,6	26,0	76,2
Outubro	113,3	35,6	37,2	31,6	9,8	49,1	35,5	31,9	91,4	18,6	80,0	40,8	47,9
Novembro	10,9	45,6	45,0	17,3	107,9	59,9	85,4	9,9	26,8	15,2	28,7	65,0	43,1
Dezembro	2,3	11,5	46,8	22,8	0,7	26,2	94,4	16,2	71,7	83,6	28,4	20,0	35,4
TOTAL	1.732,2	1.979,1	1.122,6	2.338,6	1.912,0	1.966,9	1.803,9	9.17,7	9.17,2	2.663,3	1.319,5	1.875,3	1.719,4

Apêndice B – Variação sazonal da altura das marés (m) no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

DATA	ESTAÇÃO 1		ESTAÇÃO 2		ESTAÇÃO 3	
	MOMENTO DA COLETA		MOMENTO DA COLETA		MOMENTO DA COLETA	
	HORA	ALTURA	HORA	ALTURA	HORA	ALTURA
MAIO/2002	09:20	0.2	08:55	0.2	08:27	0.2
	17:00	2.0	14:23	2.1	14:49	2.1
	10:00	0.3	09:32	0.4	09:50	0.5
JUNHO/2002	15:43	2.0	16:08	2.1	16:36	2.1
	09:33	0.4	08:20	0.5	08:51	0.4
	14:33	1.9	13:45	1.6	15:12	2.0
OUTUBRO/2002	09:10	0.5	08:40	0.4	07:58	0.3
	13:35	2.0	14:09	2.1	14:36	2.1
	08:25	0.4	07:50	0.3	07:15	0.3
NOVEMBRO/2002	13:18	2.1	13:45	2.1	14:10	2.1
	10:07	0.4	09:32	0.5	09:06	0.6
	15:05	2.0	15:34	2.1	16:05	2.2

Apêndice C. Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na **estação 1** no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

	Regime de Maré	Hora da coleta	Prof. local (m)	Disco de Secchi	Coef. de Ext. da luz (m)	Temp. (°C)		Salinidade		pH	OD. (mg.l ⁻¹)	Tx. Sat. O ₂	Nitrito (μmol.l ⁻¹)	Nitrato (μmol.l ⁻¹)	Fosfato (μmol.l ⁻¹)	Silicato (μmol.l ⁻¹)
						Sup.	Fundo	Sup	Fundo							
Maio/02	Baixa-mar	09:20	2,00	1,10	1,54	27,20	27,40	19,80	23,50	7,50	3,02	61,00	0,22	2,71	0,22	36,73
Jun/02	Baixa-mar	10:00	2,10	0,25	6,80	24,80	25,00	1,33	4,50	7,05	3,92	67,90	0,35	0,50	0,25	34,39
Jul/02	Baixa-mar	09:33	2,10	0,97	1,75	24,50	24,60	7,60	15,10	7,93	3,02	54,20	0,30	0,55	0,22	39,85
Out/02	Baixa-mar	09:10	2,30	1,13	1,50	27,40	27,20	21,30	24,20	7,99	4,09	83,29	0,14	0,01	0,13	21,57
Nov/02	Baixa-mar	08:25	2,10	1,20	1,41	27,30	27,70	21,30	26,60	8,05	4,15	84,20	0,00	0,71	0,77	59,18
Dez/02	Baixa-mar	10:07	1,80	1,20	1,41	29,20	29,50	20,20	27,70	7,98	3,69	77,04	0,08	0,39	0,51	37,87
Média	-----		2,07	0,98	2,40	26,70	26,90	15,25	20,27	7,75	3,65	71,27	0,18	0,81	0,35	38,26
Maio/02	Preamar	14:00	3,50	1,40	1,21	28,70	28,00	28,60	28,90	7,82	3,67	79,40	0,19	1,27	0,12	32,87
Jun/02	Preamar	15:43	4,00	0,90	1,88	25,90	26,20	13,90	18,70	7,57	4,08	78,00	0,48	3,53	0,24	23,07
Jul/02	Preamar	14:33	3,70	1,17	1,45	26,00	26,10	18,10	23,80	8,34	4,53	88,40	0,24	2,43	0,07	52,98
Out/02	Preamar	13:35	3,40	1,74	0,97	28,80	28,30	29,30	32,00	7,97	4,83	105,68	0,02	0,02	0,02	19,17
Nov/02	Preamar	13:18	3,60	1,40	1,21	29,00	28,20	30,10	32,00	8,15	5,12	112,53	0,06	0,48	0,09	34,52
Dez/02	Preamar	15:05	2,80	1,90	0,89	29,50	29,30	33,10	34,50	8,08	3,69	83,30	0,03	0,14	0,14	25,60
Média	-----		3,50	1,42	1,27	28,00	27,70	25,52	28,32	7,99	4,32	91,22	0,17	1,31	0,11	31,37

Apêndice D. Variação sazonal dos parâmetros hidrológicos na **estação 2** no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez/02).

	Regime de Maré	Hora da coleta	Prof. local (m)	Disco de Secchi	Coef. de Ext. da luz (m)	Temp. (°C)		Salinidade		pH	OD. (mg.l ⁻¹)	Tx. Sat. O ₂	Nitrato (μmol.l ⁻¹)	Nitrito (μmol.l ⁻¹)	Fosfato (μmol.l ⁻¹)	Silicato (μmol.l ⁻¹)
						Sup.	Fundo	Sup	Fundo							
Maio/02	Baixa-mar	08:55	8,10	1,70	1,00	28,20	27,10	26,20	28,00	7,70	2,92	62,00	1,68	0,27	0,16	32,80
Jun/02	Baixa-mar	09:32	7,50	0,50	3,40	25,20	25,20	10,70	18,20	7,41	3,88	71,70	6,30	0,43	0,18	39,54
Jul/02	Baixa-mar	08:20	5,80	1,37	1,24	25,30	25,30	18,10	19,50	7,54	3,45	66,70	2,46	0,24	0,23	45,91
Out/02	Baixa-mar	08:40	6,50	1,94	0,87	28,30	27,60	30,90	29,30	7,94	4,35	95,60	0,01	0,20	0,14	23,80
Nov/02	Baixa-mar	07:50	7,10	1,60	1,06	28,00	28,10	30,70	30,10	8,07	4,16	90,24	0,50	0,15	0,08	26,50
Dez/02	Baixa-mar	09:32	7,60	1,80	0,94	28,70	29,10	32,80	33,60	8,29	2,95	65,85	0,51	0,02	0,17	55,03
Média	-----		7,10	1,49	1,42	27,30	27,10	24,90	26,45	7,83	3,62	75,35	1,91	0,22	0,16	37,26
Maio/02	Preamar	14:23	8,70	2,00	0,85	28,50	28,20	34,20	33,70	8,11	4,86	108,20	0,80	0,01	0,12	18,02
Jun/02	Preamar	16:08	7,70	2,40	0,70	26,90	26,90	26,70	29,10	8,13	5,49	114,60	1,98	0,16	0,21	24,20
Jul/02	Preamar	13:45	7,10	2,40	0,70	26,20	26,20	26,30	28,70	8,70	6,25	131,50	1,33	0,05	0,18	23,48
Out/02	Preamar	14:09	9,50	2,69	0,63	27,70	27,70	35,00	35,30	8,16	5,51	122,17	0,02	0,00	0,03	07,14
Nov/02	Preamar	13:45	8,50	1,90	0,89	27,80	27,90	34,20	35,00	8,19	6,12	135,40	0,33	0,05	0,00	22,03
Dez/02	Preamar	15:34	9,70	1,30	1,30	28,40	28,80	36,10	36,10	8,21	4,63	105,23	0,52	0,00	0,12	21,86
Média	-----		8,50	2,12	0,84	27,60	27,60	32,08	32,98	8,25	5,48	119,52	0,83	0,04	0,11	19,46

Apêndice E. Variação sazonal dos parâmetros hidrologicos na **estação 3** no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul./02) e de estiagem (out., nov. e dez./02).

	Regime de Maré	Hora da coleta	Prof. local (m)	Disco de Secchi	Coef. de Ext. da luz (m)	Temp. (°C)		Salinidade		pH	OD. (mg.l ⁻¹)	Tx. Sat. O ₂	Nitrito (µmol.l ⁻¹)	Nitrato (µmol.l ⁻¹)	Fosfato (µmol.l ⁻¹)	Silicato (µmol.l ⁻¹)
						Sup.	Fundo	Sup	Fundo							
Maio/02	Baixa-mar	08:27	5,60	1,80	0,94	28,10	27,60	27,30	28,30	7,90	3,24	69,30	0,10	1,46	0,13	31,87
Jun/02	Baixa-mar	09:50	5,00	0,60	2,83	24,90	25,00	14,40	17,90	7,65	4,02	75,70	0,41	3,48	0,19	46,21
Jul/02	Baixa-mar	08:51	5,30	1,73	0,98	25,50	25,40	21,10	23,60	8,46	4,09	80,60	0,22	2,02	0,17	49,11
Out/02	Baixa-mar	07:58	4,50	1,71	0,99	27,60	27,60	30,40	31,50	7,73	4,71	105,68	0,13	0,03	0,04	75,63
Nov/02	Baixa-mar	07:15	4,50	1,50	1,13	27,90	28,00	31,20	31,50	8,14	4,78	103,91	0,00	0,26	0,09	32,88
Dez/02	Baixa-mar	09:06	5,20	2,75	0,61	28,70	28,80	33,40	33,70	7,97	3,16	70,38	0,09	0,41	0,31	66,54
Média	-----		5,00	1,68	1,25	27,10	27,10	26,30	27,75	7,98	4,00	84,26	0,16	1,28	0,15	50,37
Maio/02	Preamar	14:49	6,80	2,50	0,68	28,50	28,00	34,20	34,20	8,22	4,97	110,70	0,04	1,14	0,18	11,75
Jun/02	Preamar	16:36	7,20	2,10	0,80	26,90	26,30	28,90	29,90	8,11	5,58	117,90	0,18	2,91	0,21	31,06
Jul/02	Preamar	15:12	6,50	2,50	0,68	26,20	25,80	32,20	32,80	8,88	5,93	125,90	0,06	0,06	0,19	21,08
Out/02	Preamar	14:36	6,80	3,67	0,46	27,70	27,10	35,00	34,50	8,22	5,23	115,96	0,04	0,02	0,12	14,29
Nov/02	Preamar	14:10	6,70	2,00	0,85	27,80	27,90	35,00	35,00	8,00	6,12	135,70	0,21	0,31	0,12	17,91
Dez/02	Preamar	16:05	6,30	3,20	0,53	28,40	27,70	36,30	35,80	8,35	4,74	107,00	0,00	0,00	0,32	28,73
Média	-----		6,70	2,66	0,66	27,60	27,10	33,60	33,70	8,30	5,43	118,86	0,09	0,74	0,19	20,80

Apêndice F. Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) das estações de coleta no estuário do rio Formoso, Pernambuco, durante a baixa-mar e preamar do período chuvoso (maio, jun. e jul/02) e de estiagem (out, nov. e dez/02).

MESES	BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA					
	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$					
	Estação 1		Estação 2		Estação 3	
	Baixa-mar	Preamar	Baixa-mar	Preamar	Baixa-mar	Preamar
Maio/2002	22,17	14,21	17,78	12,07	09,04	11,68
Junho/2002	70,22	24,95	37,79	23,98	31,85	24,92
Julho/2002	24,30	14,09	20,19	25,85	24,35	21,88
Outubro/2002	23,89	27,77	15,51	09,90	13,88	18,48
Novembro/2002	34,91	14,53	18,19	27,15	20,74	30,17
Dezembro/2002	19,73	03,95	03,98	04,32	09,22	02,45
Média	32,54	16,58	18,91	17,21	18,18	18,26